



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

# SIIRTOVAUNUJEN LOPPUKOKKONPANON ULKOISTUSPROSESSIN KEHITTÄMINEN

Diplomityö

Tarkastaja: professori Kari Koskinen  
Tarkastaja ja aihe hyväksytty  
Teknisten tieteiden  
tiedekuntaneuvoston kokouksessa  
6. toukokuuta 2015

## TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

**VILLANEN TOMMI:** Siirtovaunujen loppukokoonpanon ulkoistusprosessin kehittäminen

Diplomityö, 77 sivua, 16 liitesivua

Kesäkuu 2015

Konetekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma

Pääaine: Tuotantotekniikka

Tarkastaja: professori Kari Koskinen

Avainsanat: ulkoistaminen, siirtovaunu, tuotantostrategia, loppukokoonpano, prosessi

Tuotannon siirtäminen ulkomaille ja etenkin koko loppukokoonpanon ulkoistaminen on kasvattanut suosiotaan viime aikoina. Diplomityössä perehdytään siirtovaunujen loppukokoonpanon ulkoistusprosessiin ja tarkoituksena on selkeyttää ja helpottaa prosessin etenemistä. Työn pohjana on projekti, jossa 25 siirtovaunun rungon hitsaus ja loppukokoonpano tapahtuu paikallisesti Yhdysvalloissa valitulla alihankkijalla. Vaunun modulaarisen tuoterakenteen ansioista kaikki vaunun moduulit tehtiin valmiiksi Suomessa, josta ne laivattiin Yhdysvaltoihin. Tämä oli ensimmäinen kerta, kun siirtovaunuja valmistettiin tällaisella konseptilla. Työn tarkoituksena oli dokumentoida nykyinen projekti ja luoda toimintamalli, jonka mukaan tulevaisuudessa projekteissa kannattaa toimia. Toimintamallin perustana on myös alan kirjallisuudessa esitetyt työkalut ja viitekehykset. Toimintamallin tavoitteena on luoda vakiintunut toimintatapa, jonka avulla tällaiset suuret projektit voidaan mieltää prosesseina kohdeyrityksen näkökulmasta.

Luvussa 2 esitellään työn taustalla olevaa teoriaa ymmärtämisen helpottamiseksi. Teoriaosuudessa käsitellään huolellisesti strategiset asiat, hankinta sekä laadunvarmistus. Nykyinen projekti dokumentoitiin, jotta lukija ymmärtäisi perusasiat tällaisen projektin vaatimuksista. Dokumentoinnin kautta nykyisestä projektista voidaan myös oppia paljon ja näin välttyä samojen virheiden toistamiselta tulevaisuuden projekteissa.

Työssä esitelty nykyinen tuotantokonsepti toimii todistetusti hyvin Pohjois-Amerikassa. Samanlaisen tuotantokonseptin käyttäminen esimerkiksi Aasiassa on varmasti kielimuurin takia huomattavasti haasteellisempaa. Työssä laadittu toimintamalli on joustava, ja se sopii hyvin myös suuremmille vaunumäärille. Strategisesti oikein valitulla sijainnilla voidaan mahdollistaa siirtovaunujen samanaikainen valmistus useammallekin eri konttisatamalle. Tuotantokonseptin ansiosta myös huomattava määrä työtä jää Suomeen, vaikka paljon ulkoistetaankin. Tämä on hyvä asia, kunhan varsinaiset ydinprosessit säilytetään kohdeyrityksellä.

## ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**VILLANEN TOMMI:** Outsourcing the final assembly of lifting trailers

Master of Science Thesis, 77 pages, 16 Appendix pages

June 2015

Master's Degree Programme in Mechanical Engineering

Major: Production Engineering

Examiner: Professor Kari Koskinen

**Keywords:** outsourcing, trailer, production strategy, final assembly, process

Outsourcing of production and especially outsourcing of final assembly has increased its popularity during last few years. In this Master of Science Thesis the main focus is on the outsourcing process of lifting trailers. The purpose is to develop this kind of process. The basis of this thesis is a project in the United States where they manufacture frames for 25 lifting trailers and do the final assembly. This happens at the supplier chosen by the target company in this thesis. Due to the modular construction of the trailer, all the modules of the trailer were assembled in Finland. Then they were shipped to the United States. This was the first time when lifting trailers were manufactured with this kind of production concept. The purpose of this thesis is to document the current project and to create an operations model which to follow in the future with projects like this. The operations model is based on concepts and frameworks presented on the field's literature. The goal of the model is to develop an established procedure in order to think projects like this as processes.

Chapter 2 handles the theoretical background of outsourcing. By reading this chapter it is easier to understand the last two chapters. In the theoretical part, strategy, procurement and quality assurance will be handled thoroughly. The current project was documented, so the reader will understand the requirements for this kind of project. Due to this documentation we will learn how to learn from mistakes which happened during the project.

The current production concept works well in North America. Using the same kind of concept for example in Asia will be a lot more challenging. The operations model created in the thesis is flexible and it is also suitable for bigger trailer volumes. If the location is selected strategically, it is possible to manufacture trailers for at least two customers at the same time. Due to this production concept, significant amount of work will stay in Finland although a big portion is will be outsourced. This is a good thing as long as key processes will not leave the target company.

## ALKUSANAT

Diplomityö on tehty siirtovaunuja valmistavalle yritykselle. Työn aiheena oli siirtovaunujen ulkoistamisprosessin kehittäminen ja työ tehtiin keväällä 2015 meneillään olevan ulkoistamisprojektin innoittamana.

Haluan kiittää kaikkia projektissa mukana olleita henkilöitä. Projekti oli mielenkiintoinen ja opin paljon uutta. Erityisesti haluan kiittää Olli Mäkistä ja Seppo Karppelinia kohdeyrityksestä. Yliopiston puolelta haluan kiittää työn tarkastajaa professori Kari Koskista sekä työn ohjaajaa Hasse Nylundia.

Kiitokset avovaimolleni Sanna Perälälle vapaa-aikana annetusta tuesta. Arvostan erittäin paljon koko opintojeni aikana vanhemmiltani saatua tukea ja haluan kiittää heitä siitä. Lisäksi haluan kiittää opiskelukavereitani, joista erityisesti Aleksi Lehtoviitaa mukavista yhteisistä kahvi- ja opiskelutuokioista.

Tampereella 3.6.2015

*Tommi Villanen*

# SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO .....	1
1.1	Siirtovaunu .....	1
1.2	Työn tavoitteet ja rajaus .....	2
1.3	Työn rakenne.....	2
1.4	Tiedonkeruumenetelmät.....	2
2.	ULKOISTAMISEEN LIITTYVÄT KÄSITTEET JA TYÖKALUT .....	4
2.1	Tuotantostrategia .....	4
2.2	Tuotantojärjestelmä .....	6
2.3	Layout-tyypit .....	9
2.3.1	Solulayout .....	10
2.3.2	Paikkalayout .....	10
2.4	Moduuli- ja loppukokoonpano .....	11
2.5	Prosessit ja niiden kehittäminen .....	12
2.6	Laadunvarmistus .....	14
2.7	Hankintapäätökset .....	22
2.7.1	Strateginen hankinta.....	24
2.7.2	Ulkoistamisen standardi ISO 37500 .....	26
2.7.3	Tuotannollinen ulkoistaminen.....	28
2.7.4	Maakohtaiset erot .....	30
2.7.5	Hankinnan ja ulkoistamisen prosessi .....	32
2.7.6	Hankintasopimuksen sisältö.....	34
3.	NYKYINEN ULKOISTAMISPROSESSI .....	36
3.1	Valittu tuotantokonsepti .....	36
3.2	Toimittaja Y .....	38
3.3	Hankinnan toteutus.....	39
3.3.1	Paikallisalihakinta USA:ssa .....	39
3.3.2	Moduulikokoonpano kohdeyrityksessä.....	39
3.4	Logistiikka.....	42
3.5	Rungon hitsaus .....	44
3.5.1	Hitsauspaikan layout .....	47
3.5.2	Koulutus .....	48
3.6	Loppukokoonpanon vaiheet .....	49
3.6.1	Kokoonpanon layout .....	51
3.6.2	Koulutus .....	52
3.6.3	Testaus ja lopputarkastus .....	53
3.6.4	Laadunvalvonnan toteutus .....	54
3.7	Loppupalaveri toimittajalla Y .....	54
3.8	Siirtovaunujen käyttöönotto loppuasiakkaalla .....	55
4.	TOIMINTAMALLI LOPPUKOKOONPANON ULKOISTAMISEEN.....	56

4.1	Ulkoistamisprosessin aikataulu .....	56
4.2	Tuotantokonseptin valinta ja määrittely .....	56
4.3	Toimittajan valintakriteerit.....	57
4.3.1	Runkotoimittaja.....	58
4.3.2	Kokoonpanotoimittaja.....	58
4.4	Hankintasopimus .....	59
4.5	Hankinta Suomessa ja laivaaminen.....	59
4.6	Paikallisalihakinta .....	61
4.7	Valmistusdokumentit .....	62
4.8	Hitsauspaikan layout .....	64
4.9	Loppukokoonpanon layout.....	66
4.10	Koulutuksen järjestäminen toimittajalla.....	67
4.11	Laadunvalvonta .....	68
4.12	Dokumentointi.....	70
5.	YHTEENVETO .....	72
	LÄHTEET.....	74

LIITE A: SIIRTOVAUNUN LAADUNTARKASTUSPROSESSI NYKYISESSÄ PROJEKTISSA

LIITE B: HITSAUSKOULUTTAJAN TARKASTUSLISTA

LIITE C: KOKOONPANOKOULUTTAJAN TARKASTUSLISTA

LIITE D: PAIKALLISESTI HANKITTAVAT OSAT

LIITE E: RAPORTOINTILOMAKE TOIMITTAJALLE JA YRITYKSEN SISÄISEEN KÄYTTÖÖN

LIITE F: NYKYISEN PROJEKTIN MITATTUJEN PARAMETRIEN GRAAFINEN ESITYS JA x-VALVONTAKORTIT

LIITE G: KÄYTTÖÖNOTON TARKASTUSLISTA

LIITE H: MITTAUSPÖYTÄKIRJA RUNGON KRIITTISISTÄ MITOISTA

LIITE I: ULKOISTUSPROSESSIN AIKATAULU

LIITE J: ULKOISTUSPROSESSIN TOIMENPITEET JA VASTUUT

## KUVALUETTELO

Kuva 1. Strategiakartta (Kaplan & Norton, 2004, s.88)

Kuva 2. Tuotantokonseptin sisältö (Mäkinen 2012)

Kuva 3. Tuotantojärjestelmän tasot ja tuotantoverkko (Lapinleimu 1997, s. 16)

Kuva 4. Olennaiset portaat tuotantojärjestelmän suunnittelussa (mukaillen, Lapinleimu 1997, s. 301)

Kuva 5. Kriteereihin perustuva menetelmä sijaintipäätöksestä ja toimittajan valinnasta (mukaillen, Rolstadås et al. 2012, s.113)

Kuva 6. Ampujan osumakuviot ja prosessien kehittäminen (Salomäki, 1999, s.77)

Kuva 7. Asiakkaan erilaiset tarpeet

Kuva 8. Jatkuvan parantamisen ongelmanratkaisun sykli ja työkaluja (mukaillen, Summers 2005, s. 241)

Kuva 9. Jatkuvan parantamisen rakenne (Laamanen & Tinnilä 2009, s.89)

Kuva 10. Kategoriahankinnan nelikenttämatriisi (mukaillen, Scott et al. 2011, s.43)

Kuva 11. Hypoteesimalli strategiaan perustuvaan toimittajan valintaan (mukaillen, Moser 2006, s.129)

Kuva 12. Ulkoistamisen elämäнкаarimalli

Kuva 13. Analyysi parhaista ulkoistamisen kohdemaista (mukaillen, Aran & Patel 2005, s.91)

Kuva 14. Ulkoistusprosessin yhdeksän vaihetta (mukaillen, Scott et al. 2011, s.172)

Kuva 15. Projektin tilaus-toimitusprosessi

Kuva 16. Tehdasrakenne tuotantokonseptin näkökulmasta

Kuva 17. Telin kokoonpanosolu

Kuva 18. Telipalkkien kokoonpanosolu

Kuva 19. Valmis telimoduuli

Kuva 20. Ohjauslaatikkomoduli ja muita vaunun osia pahvilaatikoissa

Kuva 21. Konttiin pakatut moduulit puulaatikoissa

Kuva 22. Vaihe 7b, eli Hanhenkaulan liittäminen keskiputkeen

Kuva 23. Rungon hitsauksen aloitus jigin avulla

Kuva 24. Hitsauspaikat

Kuva 25. Hitsauspaikan layout

Kuva 26. Vaihe 6, eli telimoduulin asennus vaunun runkoon

Kuva 27. Lähes valmis vaunu

Kuva 28. Kokoonpanopaikan layout

Kuva 29. Siirtovaunun testilaite

Kuva 30. Tilaus-toimitusprosessi kahdelle eri loppuasiakkaalle valitun tuotantokonseptin tapauksessa

Kuva 31. Pakkauspiste laivattavien osien pakkausta varten

Kuva 32: QR –koodi (

Kuva 33. Vetolevy

Kuva 34: Kokoonpanohitsauksen layout -ehdotelma

Kuva 35. Loppukokoonpanon layout-ehdotelma



## LYHENTEET JA MERKINNÄT

SPC	Statistical Process Control. Tilastollinen laadunvalvonta
RFI	Request for Information. Toimittajakuvauksen pyytäminen
RFQ	Request for Quotation. Tarjouspyyntö
ISO 37500	International Organization for Standardization eli kansainvälinen standardoimisjärjestö. ISO 37500 on kansainvälinen ulkoistamisen standardi
PDCA	Plan, Do, Check, Act. Jatkuvan parantamisen sykli
PDSA	Plan, Do, Study, Act. Syvällisempi jatkuvan parantamisen sykli
QR -koodi	Kaksiulotteinen viivakoodi

# 1. JOHDANTO

Tuotannon ja erityisesti loppukokoonpanon ulkoistaminen vaikuttaa olevan nykyajan trendi. Ulkoistaminen tarjoaa hyvät mahdollisuudet yrityksen kilpailukyvyn parantamiseen globaalilla tasolla. Lisäksi kasvavat rahtikustannukset ja lyhyet toimitusajat kannustavat myös tuotannon siirtämiseen lähelle loppuasiakasta. Yhdysvalloissa valtio jopa tukee tällaista toimintaa tarjoamalla asiakkaille rahoitusta, jos tuote on lähes kokonaan valmistettu Yhdysvalloissa.

Diplomityön kohdeyrityksenä on Suomessa siirtovaunuja valmistava yritys, joka on osa isompaa konserniyhtiötä. Konserni sai tilauksen Yhdysvalloista niin monesta siirtovaunusta, että vaunun loppukokoonpanon toteuttaminen asiakkaan läheisyydessä osoittautui järkeväksi vaihtoehdoksi. Motivaatio tähän saatiin myös asiakkaan puolelta, koska asiakas halusi valtion rahoituksen ja täten vaunujen tuli täyttää vaadittu kotimaisuusaste Yhdysvalloissa. Kohdeyrityksellä on omat kokoonpanotilat Suomessa. Samoissa tiloissa toimii myös suunnittelu-, myynti-, ja ostotoiminta. Kyseessä oleva siirtovaunu on modulaarinen tuote, jonka moduuleiden ja vaunun loppukokoonpano toteutetaan tyypillisesti Suomessa. Tässä tapauksessa vaunun lähes kaikki osat hankittiin Suomesta ja moduulit kokoonpantiin kohdeyrityksen tiloissa. Vaunun runko ja loppukokoonpano tapahtui valitussa alihankintakonepajassa asiakkaan läheisyydessä. Alihankintakonepajasta käytetään diplomityössä nimitystä toimittaja Y.

## 1.1 Siirtovaunu

Siirtovaunu on melko tuntematon ja erikoinen tuote, mutta sen toimintaperiaate on erittäin yksinkertainen. Vaunu toimii kuten pumppukäräyt. Tyhjä vaunu peruutetaan alasennossa kuormalavan alle, jonka jälkeen vaunu nostetaan hydraulisesti ylös. Tällöin kuorma nousee vaunun mukana, ja se voidaan kuljettaa haluttuun paikkaan. Määränpäässä vaunu lasketaan alas, jolloin kuorma jää paikalleen. Tällöin tyhjä vaunu voi käydä taas noutamassa seuraavan kuormalavan. Kuormalavoja on erilaisia, ja niitä kuormataan käyttötarkoituksesta riippuen esimerkiksi paperirullilla, teräspalkeilla tai konteilla. Tässä työssä esiintyvät vaunut ovat konttien siirtelyyn tarkoitettuja. Vaunun vetämiseen tarvitaan siihen tarkoitettu vetotraktori, joita asiakkaat voivat ostaa eri valmistajilta. Vaunussa on hydraulisen noston ja laskun lisäksi myös hydraulisesti kääntyvät telit, jotka helpottavat vaunun ohjaamista. Lisäksi vaunussa on useita antureita, joita tarvitaan vaunua ohjattaessa tai peruutettaessa kuormalavan alle. Siirtovaunun modulaarisuus näkyy esimerkiksi telien määrässä, joka muuttuu vaunun

kantavuuden mukaan. Tämä diplomityö käsittelee yksitelisiä vaunuja, mutta se on sovellettavissa myös kaksiteliseen konttivaunuun.

## **1.2 Työn tavoitteet ja rajaus**

Diplomityöllä on kaksi päätavoitetta. Ensimmäinen on nykyisen ulkoistamisprosessin dokumentointi. Tarkastelun laajuus työssä on tuotantokonseptista tehtaan lattiatasolle. Nykyisen projektin dokumentoinnin tarkoituksena on luoda käsitys siitä, miten ulkoistusprosessi on edennyt ja mitä asioita vaaditaan esimerkiksi siirtovaunun loppukokoonpanossa. Toinen tavoite on parantaa tätä nykyistä ulkoistamisprosessia eli toisin sanoen kehittää toimintamalli vastaaviin projekteihin tulevaisuudessa. Toimintamallia lähdetään luomaan tuotantokonseptin valinnasta lähtien hyödyntämällä työn teoriaosuutta ja kokemuksia nykyisestä projektista. Tarkastelu sisältää muun muassa pohdintaa esimerkiksi vaatimuksista layoutin ja hankintatoimen suhteen.

## **1.3 Työn rakenne**

Diplomityö rakentuu kolmesta eri osiosta. Teoriaosuutta käsittelee luku 2, ja siinä käsitellään työn kannalta olennaisia käsitteitä ja viitekehyksiä. Teorian käsittely etenee loogisesti samassa järjestyksessä kuin käytännön osuudessakin. Nykyisen ulkoistamisprosessin dokumentointi on luvussa 3 ja toimintamalli ulkoistamisprosessiin luvussa 4. Luku 5 on yhteenveto, ja se on työn viimeinen luku.

## **1.4 Tiedonkeruumenetelmät**

Tiedonkeruu tätä diplomityötä varten on ollut monipuolista. Tiedonkeruumenetelmiä ovat kirjallisuustutkimus, havainnointi ja haastattelut. Aloitin tiedonkeruun havainnoinnilla siten, että olin kaksi viikkoa kohdeyrityksen kokoonpanotiloissa opettelemassa siirtovaunun loppukokoonpanoprosessia. Näin sain perustiedot vaunun toiminnasta, jotta pystyin lähtemään Yhdysvaltoihin tekemään laadunvalvontaa. Tein muistiinpanoja ja otin valokuvia tukimateriaaliksi. Minut koulutettiin myös tekemään siirtovaunun lopputestaus.

Tein laadunvalvontavierailun toimittajalle Y joulukuussa 2014. Vierailun kesto oli 3 viikkoa. Tehtäväni oli valvoa työn laatua loppukokoonpanossa ja lopputestauksessa. Tarkistin myös runkojen hitsausseamat ja esitin korjausehdotuksia, mikäli koin sen tarpeelliseksi. Allekirjoitin myös tarkastuspöytäkirjat ennen vaunujen toimituksia. Lisäksi tein laadunvalvontavierailut myös helmikuussa, maalis-huhtikuussa sekä toukokuussa 2015. Viimeisen vierailun yhteydessä menin myös loppuasiakkaalle käyttöönnöttämään valmiita vaunuja.

Haastattelin myös toimittajan Y työntekijöitä ja halusin kuulla heidän mielipiteitään projektista. Oli tärkeää oppia, miten parantaa projektia ja helpottaa hitsaus- sekä kokoonpanotyötä. Haastattelin myös henkilöitä, jotka toimivat kouluttajina toimittajalla projektin alkuvaiheessa. Haastattelut auttoivat huomattavasti kokonais kuvan hahmottamista. Työn teoriaisuus on kirjoitettu alan kirjallisuuden pohjalta. Selvennän teoriaosuudessa ulkoistamiseen liittyvät käsitteet ja työkalut, jotka ovat olennaisia toimintamallin luomisen kannalta.

## 2. ULKOISTAMISEEN LIITTYVÄT KÄSITTEET JA TYÖKALUT

Luvussa esitellään kaikki työn kannalta olennaiset ulkoistamiseen liittyvät käsitteet ja työkalut. Niitä hyödynnetään nykyisen prosessin dokumentointiosiossa sekä toimintamallissa. Työn tässä osiossa käsitellään syvällisesti muun muassa tuotantostrategiaa, laadunvarmistusta ja hankintapäätöksiä.

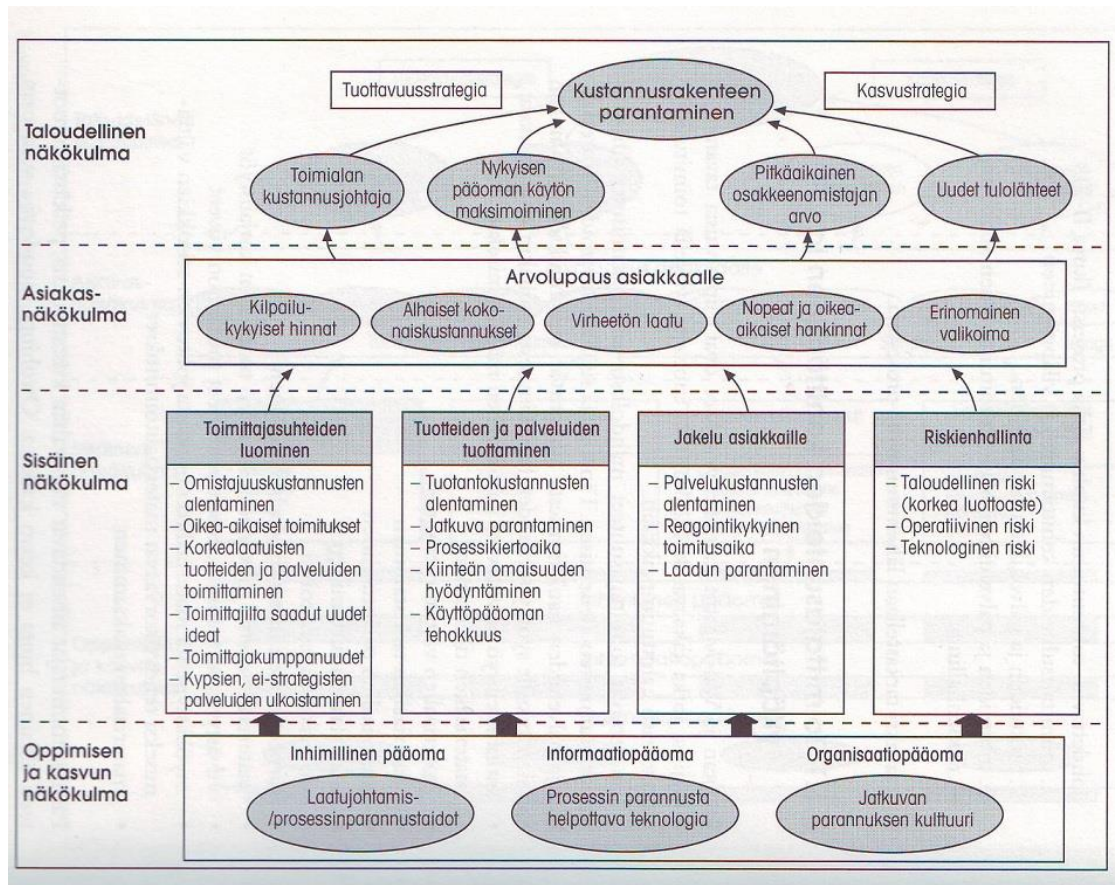
### 2.1 Tuotantostrategia

Strategia on erilaisten pitkän aikavälin päätösten sarja, jotka määrittävät yrityksen aseman kohdeympäristössä ja auttavat kilpailullisen edun saavuttamisessa (Koho 2010, s.11). Tuotantostrategia on operatiivinen strategia, joka johdetaan yrityksen liiketoiminta- ja tuotestrategiasta. Se määrittää viitekehyksen tuotantojärjestelmälle ja erinäisille tuotantoon liittyville prosesseille, esimerkiksi suunnitteluprosessille ja jatkuvan parantamisen prosessille (Koho 2010, s.11).

Tuotantostrategia voidaan jakaa tuotantostrategiaprosessiin ja tuotantostrategian sisältöön. Päätöksentekoprosessit kuuluvat tuotantostrategiaprosessiin, ja niihin kuuluu esimerkiksi tuotantostrategian luominen ja siirtäminen käytäntöön. Tehtaan sijainti- ja alihankintapäätökset ovat myös keskeinen osa tuotantostrategiaprosessia (Bellgran & Säftsen 2010, s. 49-56). Eräs hyvän tuotantostrategian tunnusmerkki on, että siinä huomioidaan tuotantokäytännöt, ja niiden kehittäminen. Tuotantostrategia ottaa siis myös kantaa tehtaan lattiatason toimintoihin yrityksen kilpailukyvyn kehittämiseksi. (Heikkilä & Ketokivi 2013, s. 58-61)

Kustannukset, toimitettavuus, laatu ja joustavuus ovat kilpailullisia tekijöitä yrityksen tuotantostrategiassa. Kustannustekijällä tarkoitetaan yrityksen kyvykkyyttä toimia kustannustehokkaasti koko arvoketjun ajan alkaen tuotteen suunnittelusta ja päättyen toimitukseen. Toimitettavuus tarkoittaa nimensä mukaisesti sitä, kuinka hyvin yritys toimittaa valmistamansa tuotteet, ja sitä mitataan luotettavuudella ja nopeudella. Luotettavuus on muun muassa lupausten pitämistä toimitusajoissa ja toimitusten sisällössä. Laatu esitellään luvussa 2.6, ja se kilpailullisena tekijänä se tarkoittaa yrityksen kyvykkyyttä vastata asiakastarpeisiin ja odotuksiin. Joustavuus puolestaan tarkoittaa sitä, kuinka joustavasti tuotanto pystyy mukautumaan muutoksiin esimerkiksi vaihtuvien volyymien ja tuotteiden osalta. (Bellgran & Säftsen 2010, s. 49-56)

Kuvassa 1 on nähtävissä strategiakartta, joka kiteyttää hyvin koko työn aihepiirin. Strategiakarttaa tarkastellaan neljästä eri näkökulmasta: oppimisen ja kasvun näkökulmasta, sisäisestä näkökulmasta, asiakasnäkökulmasta sekä taloudellisesta näkökulmasta. Oppimisen ja kasvun näkökulma tarkastelee yrityksen eri pääoman tasoja. Prosessien kehittämiseen tarvitaan luonnollisesti tietotaitoa ja teknologiaa, eli inhimillistä ja informaatiopääomaa. Oletuksena tämän onnistumiselle organisaatiossa tarvitaan siihen kannustavaa jatkuvan parantamisen kulttuuria, eli organisaatiopääomaa.



**Kuva 1.** Strategiakartta (Kaplan & Norton, 2004, s.88)

Sisäiseen näkökulmaan kuuluu yrityksessä tapahtuvat sisäiset asiat, joista tämän työn kannalta olennaisin on toimittajasuhteiden luominen. Hyvän strategian tunnusmerkkejä ovat esimerkiksi toimittajien ideoiden hyödyntäminen ja toimittajakumppanuuksiin panostaminen. Asiakasnäkökulmaan kuuluu kannanotto muun muassa hintoihin, kustannuksiin, laatuun ja tuotevalikoimaan. Nämä kaikki ovat myös niin sanottuja arvolupauksia asiakkaalle. Ylimmäinen osio eli taloudellinen näkökulma voidaan jakaa tuottavuusstrategiaan ja kasvustrategiaan. Tuottavuusstrategiaan kuuluvat kustannusjohtajuus ja nykyisen pääoman käytön maksimointi. Kasvustrategiaan kuuluu

puolestaan potentiaaliset kasvua aiheuttavat tekijät, eli osakkeen arvonnousu ja uusien tulolähteiden löytäminen.

Tuotantokonsepti voidaan ajatella tuotantostrategian osana, ja sillä tarkoitetaan tapaa järjestää tuotteen tuotanto ja tukitoimet. Näitä tukitoimia ovat esimerkiksi hankinta ja jakelu, kuten kuva 2 havainnollistaa. Tuotantokonseptin kehittämisessä tarkastellaan tuotantotoiminnan kokonaisuutta globaalilla ja strategisella tasolla mutta tarkastelu yltää myös tehtaan lattiatason prosesseihin. Tämänkin työn tarjoamassa toimintamallissa otetaan kantaa siis esimerkiksi layout -valintoihin. Tämä tuotantostrategian jalkauttamista, joka on siis tuotantokonseptin perusajatus. (Mäkinen 2012)



**Kuva 2.** Tuotantokonseptin sisältö (Mäkinen 2012)

Mäkisen (2012) tuotantokonseptit -ohjelman loppuraportin mukaan teollisuustuotannon ilme on muuttunut. Globaali tuotannon hankinta ja harjoittaminen on helpottunut, ja se on mahdollistanut yritysten pääsyn uusille ja houkutteleville markkina-alueille. Kuitenkin tämä tarkoittaa myös sitä, että suomalaisten yritysten kilpailijat pääsisivät markkinoille yhtä helposti. Menestymisen tässä kasvaneessa globaalissa kilpailussa mahdollistavat kilpailukykyinen liiketoiminta- tuote- sekä tuotantostrategia.

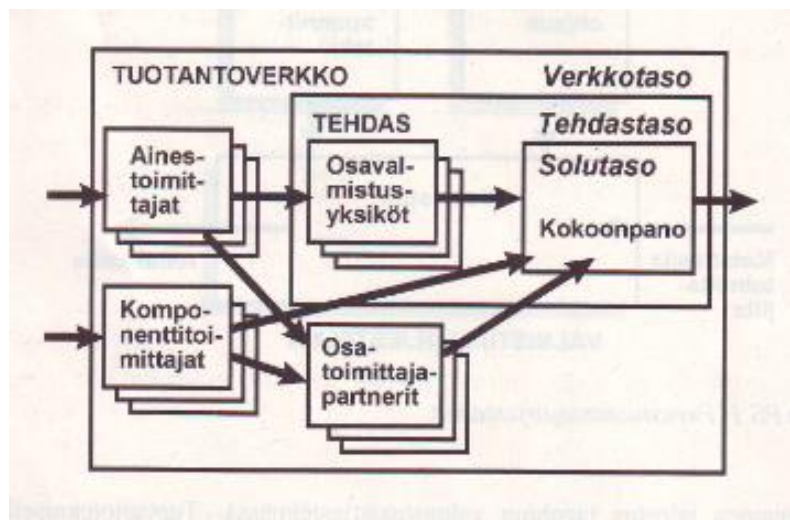
Hankintatoimi on noussut yhä tärkeämpään asemaan yritysten kilpailukykyyn ylläpitämisen kannalta, koska oman ydinsaamisen ulkopuoliset palvelut hankitaan alihankkijoilta. Hankintatoimessa hintaa pidetään nykyään liian merkittävänä tekijänä, jolloin unohtuu helposti muut yrityksen arvонуontiin vaikuttavat asiat, esimerkiksi laatu ja toimitusaika. Hankintatoimen kehittämisen osalta suurimmat haasteet kohdistuvat strategiseen hankintatoimeen, kumppaneiden valintaan sekä toimittajasuhteiden ylläpitämiseen. (Mäkinen 2012)

## 2.2 Tuotantojärjestelmä

Organisaatio, resurssit, toimintatavat, teknologiat sekä tuotannon rakenne muodostavat yhdessä tuotantojärjestelmän (Heikkilä & Ketokivi 2013, s. 93). Nämä voidaan ajatella tuotantojärjestelmän sisääntuloina. Konkreettisesti tehtaan lattiatasolla näitä sisääntuloja ovat esimerkiksi materiaalivirrat ja layout (Bellgran & Säftsen 2010 s. 37 -38). Toimiva tuotantojärjestelmä synnyttää ulostulona tuotteita sekä niihin liittyviä palveluita. Tuotantojärjestelmän toimintaa voidaan mitata esimerkiksi kuormitusasteen ja toimitusvarmuuden näkökulmasta (Torvinen 2002, s.12).

Suunnittelujärjestelmä ja valmistusjärjestelmä muodostavat yhdessä tuotannon perusjärjestelmän. Tuotantotekninen suunnittelu ja operatiivinen ohjaus kuuluvat suunnittelujärjestelmään, ja niiden tarkoitus on luoda perusta valmistusjärjestelmälle. Valmistusjärjestelmässä tapahtuu varsinainen fyysinen työ eli raaka-aineista ja komponenteista jalostuu valmis tuote. Valmistusjärjestelmä voi puolestaan muodostua useista valmistusyksiköistä (Lapinleimu 1997, s. 15-16)

Tämän työn tapauksessa tuotantojärjestelmän ydin on toimittajan Y tuotantoyksikkö, mutta luonnollisesti moduulien kokoonpanoyksikkö sekä aines- ja komponenttitoimittajat ovat osa tuotantojärjestelmää. Kuvasta 3 nähdään, mistä tuotantoverkko muodostuu eli verkkotasosta, tehdastasosta, solutasosta ja työasematasosta. Moduuli- ja loppukokoonpano kuuluvat tässä työssä tehdastasoon.



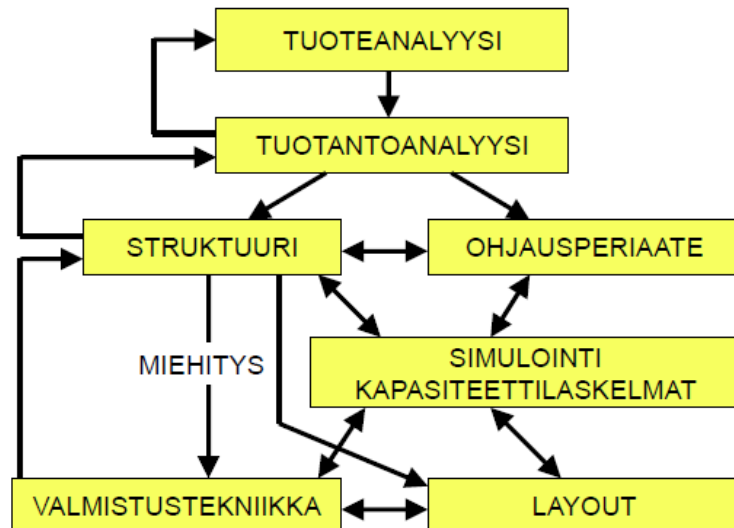
**Kuva 3.** Tuotantojärjestelmän tasot ja tuotantoverkko  
(Lapinleimu 1997, s. 16)

Kuvasta 4 nähdään tuotantojärjestelmän suunnittelun kannalta olennaiset portaavat. Tämän työn kannalta ohjausperiaate ei ole olennainen asia, koska siitä päättää toimittaja itse. Siirtovaunuja on myös tehty jo pitkään, joten vaatimukset valmistukselle ovat jo tiedossa ja tuote on kehitetty modulaariseksi. Näin ollen myös tuoteanalyysi siis on jo tehty kauan aikaa sitten. Tuotantoanalyysissä käytännössä analysoidaan, miten tuotantostrategia jalkautetaan tehtaan lattiatasolle. Sen keskeinen osa on Make or Buy -analyysi, joka esitellään luvussa 2.7. Tuotantoanalyysin jälkeen vuorossa on struktuurin suunnittelu, jossa pohditaan moduulien rajapintoja ja sitä, mitkä ovat vaatimukset moduuleiden kokoonpanosoluille. Kohdeyhteyksessä moduulien kokoonpanosolut ovat varsin hyvin suunniteltuja, joten tämäkin vaihe on työn kannalta suoritettu.

Viimeiset portaavat tuotantojärjestelmän suunnittelussa ottavat kantaa valmistustekniikkaan ja layoutiin. Valmistustekniikkaan voidaan siis tämän työn kannalta vaikuttaa siten, että rungon hitsauksen ja loppukokoonpanon koulutuksessa



ohjeistetaan tietynlaiseen toimintatapaan sekä motivoidaan toimittaja noudattamaan sitä. Layout on kuvan 4 tärkeimpiä asioita. Sillä voidaan varmistaa, että tuotannosta valmistuu riittävästi siirtovaunuja ja asiakas saa ne luvatussa toimitusajassa.



**Kuva 4.** Olennaiset portaat tuotantojärjestelmän suunnittelussa (mukaillen, Lapinleimu 1997, s. 301)

Tuotantojärjestelmän toiminnan edellytyksenä on hankinta, koska sen avulla tuotantoon saadaan tarvittava materiaali oikeaan aikaan. Hankinta päättää, mitä ostetaan ja mistä ostetaan. Hankinta voi olla myös kokonaisen prosessin alihankintaa ja sen valvomista. Tämä työ keskittyy pääosin kokonaisen valmistus- ja loppukokoonpanoprosessin alihankintaan. Aiemmin mainitut valmistusyksiköt saattavat sijaita eri puolilla maailmaa, jolloin tarvittavat osat ja komponentit kannattaa hankkia mahdollisimman läheltä näitä valmistusyksiköitä ylimääräisten rahti- ja tullikustannusten välttämiseksi.

Tehtaan sijaintiin vaikuttaa muun muassa kasvavat rahtikustannukset sekä prosessi- tai tuotekeskeisyys (Bellgran & Säftsen 2010, s. 59). Tässä työssä merkittävin tekijä sijaintipäätöksissä on juurikin kasvavat rahtikustannukset, joten päätöksessä painavin tekijä on asiakkaan sijainti. Heikkilän & Ketokiven (2013, s. 166) mukaan sijaintipäätöksissä alleviivataan alhaisten työvoimakustannusten vaikutusta tuotannon sijaintipäätökseen. Kuitenkin systemaattisen tutkimuksen mukaan työvoimakustannukset eivät suinkaan ole yleisin syy. Sen sijaan yleisin syy vaikuttaa olevan halu päästä uusille markkinoille. Esimerkiksi Kiina on vain mielletty halvan valmistuksen maaksi, vaikka kyseessä onkin erittäin potentiaalinen markkina-alue.

Kuvasta 5 nähdään, miten tehtaan sijaintia voidaan johdonmukaisesti alkaa pohtia ja pisteyttää. Ensimmäisenä selvitetään, mitä vaatimuksia strategia asettaa sijainnille. Tällä tarkoitetaan lähinnä markkina-alueen sijaintia ja tuotantostrategian asettamia

vaatimuksia tuotannolle. Olennaisia sijaintiin vaikuttavia tekijöitä voidaan listata esimerkiksi ryhmässä aivoriin avulla tai hyödyntämällä muiden yritysten kokemuksia haastatteluiden avulla (Rolstadås *et al.* 2012, s.113).

Aivoriin tarkoitus on tuottaa paljon uusia ideoita ja mahdollisuuksia. Aivoriin puheenjohtajan tulee valvoa, että kaikilla osanottajilla on mahdollisuus kommentoida ja tuoda ideoitaan esille. Kritiikkiä, negatiivisuutta ja väittelyä ei sallita, koska tarkoituksena on vain tuottaa uusia ideoita. Aivoriin pituus on yleensä noin 10-45 minuuttia. Sessio päätetään, kun uusia ideoita ei enää tule. Aivoriin tuloksena syntyy lista ideoita, jotka arvioidaan esimerkiksi kustannusten, hyödyn ja tärkeyden näkökulmasta (Summers 2005, s. 249)

Kun vaihe 2 on valmis ja sijaintivaihtoehdot on selvitetty, ne pisteytetään ja pisteytyksessä hyödynnetään myös painotusta. Eli esimerkiksi rahtikustannuksilla on suurempi painoarvo kuin tehdasalueen viihtyvyydellä. Pisteytyksen jälkeen eri vaihtoehdot arvioidaan vielä syvällisemmin esimerkiksi kustannustehokkuuden ja logistiikan näkökulmasta. Logistiikan näkökulma voisi olla esimerkiksi sellainen, että tehdasta ei kannata sijoittaa jyrkän vuoren päälle, jos sinne tai sieltä pois kuljetetaan erittäin painavaa tavaraa.



**Kuva 5.** Kriteereihin perustuva menetelmä sijaintipäätöksestä ja toimittajan valinnasta (mukaillen, Rolstadås *et al.* 2012, s.113)

## 2.3 Layout-tyypit

Layout-tyyppejä on käytännössä neljä erilaista, jotka ovat paikka-, solu-, linjalayout sekä funktionaalinen layout. Myös nimitystä prosessi- ja tuotelayout käytetään riippuen siitä, onko valmistus tuote- vai prosessikeskeistä. Tuotelayoutissa valmistus keskittyy tyypillisesti vain yhteen tai muutamaa erilaiseen tuotteeseen, joita tehdään suuria määriä (Heizer & Render 2006, s.256). Toisin sanoen layout rakentuu siis tuotteen ympärille. Prosessilayoutissa puolestaan layout perustuu valmistusprosessiin. Erilaisten tuotteiden määrä voi siis olla suuri, mutta valmistuserät ovat pieniä. (Krajewski & Ritzman 2002, s. 446)

Layout muuttaa konkreettiseksi tehtaan lattiatasolla sen, mitä tuotantostrategiassa linjataan. Työturvallisuuden suhteen layout on erityisen tärkeä, koska hyvin suunnitellulla layoutilla voidaan välttää turhia tapaturmia. Esimerkiksi alimitoitettu nosturikapasiteetti kokoonpanohallissa voi aiheuttaa vaaratilanteita. Tästä on esimerkki luvussa 3.6. Layoutin tärkeä tehtävä on myös materiaalivirtojen yksinkertaistaminen. Oikean materiaalin oikea-aikainen saapuminen kokoonpanopaikalle on kriittistä sekä kokoonpanotyön etenemisen että työntekijöiden työmotivaation kannalta. Työmotivaatio alenee, jos asentajien kokoonpanotyön tekemiseen tarkoitettu aika kuluukin odotteluun tai materiaalin etsimiseen. (Krajewski & Ritzman 2002, s.446)

Tämän työn osalta on tärkeää huomioida, että valittua toimittajaa voidaan kannustaa johonkin layout-ratkaisuun. Toimittajalta ostetaan esimerkiksi tuotteen loppukokoonpano, jolloin voidaan antaa layout-ehdotus. Tämä ehdotus mahdollistaisi tuotteiden valmistumisen riittävän nopealla tahdilla. Ehdotetun layoutin käyttöönotto riippuu täysin toimittajan halukkuudesta ja motivaatiosta. Diplomityön tarjoamat layout-ehdotukset ovat kuitenkin vahvasti läsnä jo toimittajan valintavaiheessa, jolloin varmistetaan esimerkiksi tilojen ja nosturikapasiteetin riittävyys kokoonpanoprosessia varten.

### **2.3.1 Solulayout**

Lapinleimun (2000) mukaan solulayoutin tarkoituksena on, että esimerkiksi moduulikokoonpanon valmistamiseen tarvittavat työkalut ja laitteet löytyvät samalta työpisteeltä. Laitteet mahdollistavat yleensä ilman suurempia muutoksia saman tuoteperheen jonkin toisen tuotteen valmistuksen. Kyseisellä työpisteellä kokoonpannaan koko moduuli alusta loppuun. Tällaisesta solusta käytetään siis nimitystä kokoonpanosolu. Valmistussoluissa sen sijaan saatetaan tehdä kokoonpanon lisäksi esimerkiksi hitsausta tai koneistusta. Kokoonpanosolujen tärkeä tehtävä on nopeuttaa ja helpottaa asennustyötä loppukokoonpanossa. Solulayoutin toiminnan kannalta olennaista on, että työntekijät osaavat käyttää solussa olevia laitteita. Tärkeä huomionarvoinen seikka on, että solun ei tarvitse sijaita samassa paikassa loppukokoonpanon kanssa (Miltenburg 1995, s. 33). Tämän työn yhteydessä moduulit valmistetaan Suomessa kokoonpanosolussa ja loppukokoonpano tapahtuu Yhdysvalloissa.

### **2.3.2 Paikkalayout**

Paikkalayout tarkoittaa sitä, että tuotteen valmistus tai kokoonpano tehdään yhdessä paikassa eikä tuotetta siirretä mihinkään kokoonpanon aikana. Kokoonpanopaikalla on kaikki valmistuksessa tarvittavat työkalut ja laitteet. Paikkalayout valitaan pääsääntöisesti tuotteen suuren koon ja massan takia, koska sen siirtely on erittäin vaikeaa. Siirtovaunun pituus on noin 14 metriä ja massa noin 10 tonnia, joten

paikkakokoonpano on ainoa järkevä vaihtoehto, kun loppukokoonpano on ulkoistettu toimittajalle. Paikkakokoonpanosta hyvä esimerkki on talon valmistus. Se toteutetaan sillä paikalla, johon talo lopulta jää. (Krajewski & Ritzman 2002, s. 450)

Yleisiä ongelmia paikkalayoutissa ovat rajoitettu tila, eri työvaiheissa tarvittavat erilaiset materiaalit sekä vaihteleva materiaalin kulutus (Heizer & Render 2006, s. 348). Ensimmäinen kuvattu ongelma on oikeastaan ainoana läsnä tämän työn projektissa. Muut ongelmat ovat yleisiä esimerkiksi talon rakennuksessa. Siirtovaunujen loppukokoonpanossa tekeminen on hyvin pitkälti vakioitua, ja siksi materiaaleihin liittyviä ongelmia ei esiinny. Paikkakokoonpanoon päädyttiin nimenomaan vain tuotteen koon ja tilanpuutteen takia.

## 2.4 Moduuli- ja loppukokoonpano

Moduuli on rajapinnoiltaan määritetty osa, joka on osa lopputuotteen rakenteellista kokonaisuutta. Modulointi puolestaan tarkoittaa sitä, että lopputuotteesta tehdään modulaarinen, jolloin se voidaan kasata useista eri moduuleista (Lapinleimu 2000). Loppukokoonpanossa moduuleista muodostetaan lopputuote. Modulaarinen tuoterakenne yksinkertaistaa loppukokoonpanoa huomattavasti. Käsittely on myös helpompaa, kun loppukokoonpanossa voidaan käsitellä kokonaisia moduuleita monien irrallisten osien sijaan (Willkrans *et al.* 1995). Laaduntarkastus voidaan suorittaa etukäteen moduuleille ja osien valmistenumerot voidaan kirjata ylös.

Tässä projektissa modulaarisen tuoterakenteen tuoma etu oli niin suuri, että ilman sitä projekti olisi ollut täysin erilainen. Moduuleiden valmistus antoi paljon töitä Suomessa olevalle tehtaalle, vaikka paljon työtä annettiin ulos. Lisäksi alihankkijan kouluttaminen loppukokoonpanotyöhön oli huomattavasti helpompaa, koska valmiiden moduuleiden takia loppukokoonpano oli yksinkertaisempaa.

Olenainen osa modulaarista tuoterakennetta on tuoterunko, joka yhdistää tuotantojärjestelmän ja strategian toisiinsa. Tuoterungolla tarkoitetaan tuotteen runkoa, johon muiden saman tuoteperheen tuotteiden suunnittelu ja olemus perustuu (The Law Dictionary 2015). Hyvällä tuoterungolla mahdollistetaan kilpailuedun saavuttaminen kustannustehokkuudessa, asiakastarpeiden toteuttamisessa ja laadussa. Jos globaalisti myytävät tuotteet perustuvat kaikki samaan tuoterunkoon, sen tarjoamat edut ovat erittäin merkittäviä (Heikkilä & Ketokivi 2013, s.97).

Tuoterunko on erittäin hyvä asia taloudellista hankintaa ajatellen. Lisäksi globaali toimittajakenttä mahdollistaa sen, että tuotteet voidaan hankkia mistäpäin maailmaa tahansa. Tässä tietysti oletuksena on se, että hankittavat määrät ovat suuria ja tuotteet ovat hyvin pitkälti standardoituja. Standardituotteet yksinkertaistavat globaaleiden tuotantolaitosten perustamista ja helpottavat niiden ohjaamista. Modulaarisuuden

ansioista tuotemuutosten tekeminen on hallittua, ja se onnistuu sujuvasti eri kohdemarkkinoilla (Heikkilä & Ketokivi 2013, s.97)

## 2.5 Prosessit ja niiden kehittäminen

Työn kannalta olennainen käsite on prosessi, koska sitä pyritään tässä työssä kehittämään ja laatua parantamaan. Prosessi on arvoa lisäävän tapahtuman tai tapahtumien ketju, jolla esimerkiksi komponenteista ja moduuleista jalostetaan tuote useassa kokoonpanoportaassa. Tällaista prosessia kutsutaan koostavaksi prosessiksi, (Lapinleimu, 2000). Jokaisella valmistavalla yrityksellä on omat avainprosessinsa, joissa sen täytyy suoriutua hyvin tyydyttääkseen asiakkaiden tarpeet ja odotukset. Prosessien kehittäminen tarkoittaa organisaation avainprosessien suunnittelua uudelleen (Kiiskinen *et al.* 2002). Ulkoistaminen on eräs keino organisoida prosessi tai sen vaihe, jolloin myös vastuu prosessin hallinnoinnista voidaan antaa ulkopuoliselle taholle (Kiiskinen *et al.* 2002).

Yrityksen avainprosessit ovat prosesseja, joiden avulla toteutetaan yrityksen missiota ja strategisia tavoitteita. Yrityksen suorituskky laskee välittömästi, jos yrityksen prosessit eivät toimi yhdessä tai ne toimivat tehottomasti. Avainprosessien osalta suuri haaste yrityksessä nykyään on ottaa käyttöön järjestelmiä, joilla voidaan minimoida inhimilliset virheet. Tehokkaat organisaatiot pystyvät kuitenkin analysoimaan hyvin prosessien suorituskkyä ja löytämään juurisyyt prosesseissa tapahtuneille virheille. (Summers 2005, s.202-203)

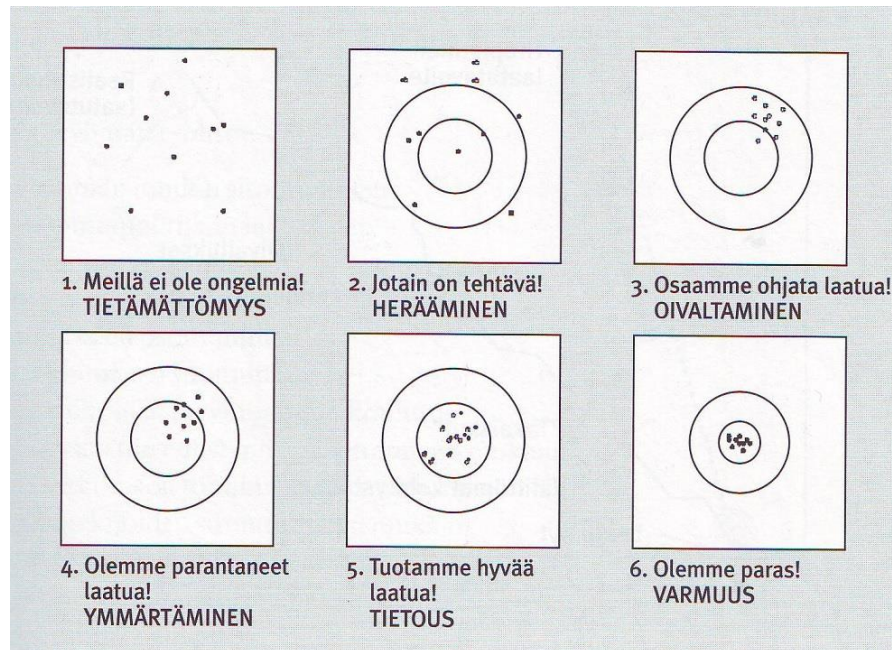
Prosesseihin kuuluvat aikaan liittyvät käsitteet, eli vaiheen läpäisy aika, valmistusaika ja toimitusaika. Vaiheen läpäisy aika on yhteen prosessivaiheeseen kuluva aika. Se myös määrittää, kuinka hyvä prosessin suorituskky on. Valmistuksen läpäisyajalla tarkoitetaan aikaa työvaiheiden aloittamisesta tuotteen valmistumiseen saakka. Se siis määrittää työn aloitusajankohdan, jotta se voidaan toimittaa annetussa aikataulussa. Tilauksen läpäisy aika eli toimitusaika on näistä aikakäsitteistä ainoa asiakkaalle näkyvä ja merkittävä aikakäsite. Se alkaa tilauksesta ja päättyy siihen, kun asiakas vastaanottaa tuotteen. (Salomäki 1999, s.98)

Tämän työn kannalta on olennaista esitellä, kuinka prosessi ja projekti eroavat toisistaan. Keskeisin ero näiden välillä on, että prosessi on toistuva mutta projekti vain kertaluontoinen (Salomäki 1999, s.99). Tässä työssä siirtovaunujen loppukokoonpanon ulkoistamisesta käytetään molempia nimityksiä. Tällaisella konseptilla toimittiin nyt ensimmäistä kertaa, joten sitä kutsutaan projektiksi. Hyvin vastaavan projektin toteutuminen samanlaisella tuotteella tulevaisuudessa on todennäköistä, joten toiminnot pyritään vakiinnuttamaan ja tarkoitus on luoda toimintamalli. Tämä konsepti halutaan siis ainakin kohdeyrityksen näkökulmasta jatkossa mieltää prosessina.

Prosessien kehittämisessä on kyse arvoa lisäämättömien tapahtumien poistamisesta. Prosessien kehittäminen on mahdollista esimerkiksi prosessikaavion ja juurisyysanalyysin avulla. Kilpailukyvyn säilyttämiseksi prosessien kehittäminen on erittäin tärkeää. (Summers 2005)

Prosessien kehitystoiminnan eri vaiheet on esitetty kuvassa 8. Kehitystoiminnan ymmärtäminen on helppoa, kun sitä verrataan ampujan osumakuvioon. Ensimmäinen vaihe kehitystoiminnassa on tietämättömyys. Tämä tarkoittaa sitä, että prosessien suorituskkyvyt tai ongelmat eivät ole tiedossa, koska niitä ei mitata millään eikä vaihteluväliäkään prosessin parametreille ole määritetty. Heräämisvaiheessa havaitaan, että ensimmäisten prosesseille asetettujen tavoitteiden saavuttaminen ei onnistu. Toisin sanoen prosessille on tässä vaiheessa saatu ensimmäisen kerran niin sanottu toleranssialue, jolloin havaitaan että vaihtelu on liian suurta. Kolmannessa vaiheessa eli oivaltamisessa keinot prosessien vaihteluiden pienentämiseen on löydetty, koska mittaustulokset ovat yhdessä nipussa. Luonnollisesti tämän nipun siirtäminen oikeaan kohtaan on mahdollista, koska keinot ohjata ja ennustaa prosessia on löytynyt. (Salomäki 1999, s.76)

Ymmärtämisvaiheessa ymmärretään jonkin prosessin tapahtuman syy ja seuraus. Näin ollen jo hallinnassa olevan prosessin ohjaaminen oikeaan suuntaan helpottuu. Tietous - vaiheessa prosessi pystyy vastaamaan jo hyvin vaatimuksiin. Lisäksi sen reunaehdot ja suorituskkyky ovat tiedossa. Viimeinen vaihe kehitystoiminnassa on varmuus -vaihe. Jatkuvalle parantamisella voidaan kehittää prosessia vielä tästä eteenpäin raja-arvoja pienentämällä ja täten minimoida prosessin vaihtelut. (Salomäki 1999, s.76)



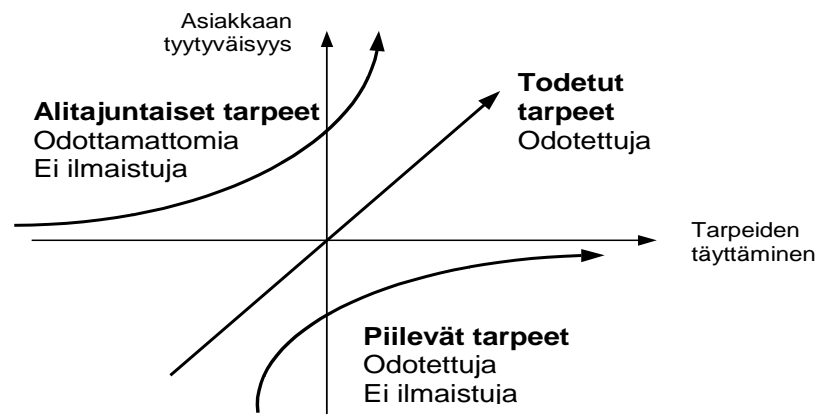
**Kuva 6.** Ampujan osumakuviot ja prosessien kehittäminen (Salomäki, 1999, s.77)

## 2.6 Laadunvarmistus

Laadulle ei ole yksikäsitteistä määritelmää. Laatua voidaan myös määrittää monesta näkökulmasta. Teknisessä käytössä eräs yleinen määritelmä on seuraava: ”Tuotteen ominaisuudet tai toiminta, jotka osoittavat tuotteen täyttävän sille annetut vaatimukset”. Eli toisin sanoen hyvälaatuinen tuote on sellainen, joka tekee sen mitä asiakas odottaa, mahdollisesti enemmänkin. Laatu siis perustuu pitkälti siihen, millainen asiakkaan näkemys tuotteen toiminnasta on. (Summers 2005)

Asiakkaan kyky arvioida laatua riippuu tietenkin siitä, millainen asiakkaan tietämys tuotteesta on. Laadun arviointi ei onnistu, jos ei tiedä mitään tuotteen ominaisuuksista. Esimerkiksi loppukokoonpanossa työskentelevän laadunvalvojan näkemys tuotteen laadusta voi olla täysin erilainen kuin asiakkaan, koska heidän tietämyksensä ja odotukset tuotteen suhteen saattavat erota paljonkin toisistaan. Asiakas ei myöskään aina tiedä tai osaa kertoa omista tarpeistaan. Kuvassa 7 on hyvä esimerkki asiakkaan kokemasta laadusta. Se on yhdistelmä asiakkaan ilmaisemista, odottamista ja alitajunnallisista tarpeista. Kuvan ymmärtämistä voidaan (Andersson et al. 2004) mukaan helpottaa auton huoltoon liittyvän esimerkin avulla. Asiakas kertoo viedessään auton huoltoon, mitä haluaa autolle tehtävän. Asiakkaan tyytyväisyys tuotteeseen tai palveluun voi kuitenkin saavuttaa vain tietyn maksimitason, kun tarpeet on täytetty. Asiakkaalla saattaa tulla myös alitajuntaisia tarpeita, joiden täyttämistä asiakas ei osaa edes odottaa. Hyvä esimerkki tästä on auton pesu huollon yhteydessä. Tällöin on täytetty odottamaton alitajuntainen tarve, jolloin asiakkaan tyytyväisyys kasvaa

entisestään. Piilevien tarpeiden täyttäminen on haasteellista, sillä ne ovat odotettuja mutta ei ilmaistuja. Niiden tyydyttäminen ei lisää asiakkaan tyytyväisyyttä.



**Kuva 7.** Asiakkaan erilaiset tarpeet (Kano, N. et al.1984)

Tuotannon kannalta toteutuslaatu on yksi tärkeimpiä asioita. Se tarkoittaa, että tuotannosta valmistuu samanlaisia tuotteita, jotka täyttävät suunnittelun niille antamat kriteerit. Toteutuslaatu on läsnä aina moduulien valmistuksesta lopputuotteen pintakäsittelyyn ja kuljetuksiin asti. Toiminnan laatua voisi lyhyesti luonnehtia siten, että tehdään oikeat asiat kerralla oikein. Toisin sanoen, kun kerran tehdään kerralla kunnolla, ei tarvitse korjata jälkeenkään. Tästä voidaan johtaa sisäinen asiakkuus - ajattelumalli, jossa seuraava työvaihe toimii asiakkaana edelliselle, kuten tässä työssäkin kokoonpano on hitsauksen asiakas. Toiminnan laatua voidaan mitata esimerkiksi sisäisellä toimitusvarmuudella, ja se onkin edellytys jatkuvan virtauksen ylläpitämiseksi. (Lapinleimu 2000, s. 70)

Laatu aiheuttaa aina kustannuksia, oli kysymyksessä sitten hyvä tai huono laatu. Laatukustannukset voidaan periaatteessa jakaa kahteen eri kategoriaan; hyvän laadun kustannuksiin ja huonon laadun kustannuksiin. Hyvän laadun kustannukset muodostuvat muun muassa tiedon keräämisestä ja analysoinnista, laatutarkastuksista, laatujärjestelmien suunnittelusta sekä testikoneiden huollosta ja ylläpidosta. (Logistiikan maailma 2015b)

Huonon laadun kustannukset voidaan jakaa edelleen kahteen alaryhmään; tuotannossa havaituista virheistä muodostuviin kustannuksiin ja tuotannon jälkeen havaituista virheistä muodostuneisiin kustannuksiin. Muun muassa hylättyjen osien uudelleen valmistaminen, pidentynyt tuotantoaika ja ylityötunnit muodostavat huonon laadun kustannukset tuotannon aikana. Tuotannon jälkeen todettujen virheiden laatukustannuksia aiheuttavat esimerkiksi takuu- ja korjaustyöt, alennukset, asiakkaan reklamaatiot, saavutettu huono maine ja menetetty myynti. (Logistiikan maailma 2015b)

Laatukustannukset pysyvät sitä alhaisempina, mitä aiemmin mahdollinen laatu poikkeama huomataan. Tarkastuksiin kannattaa panostaa, koska niillä voidaan

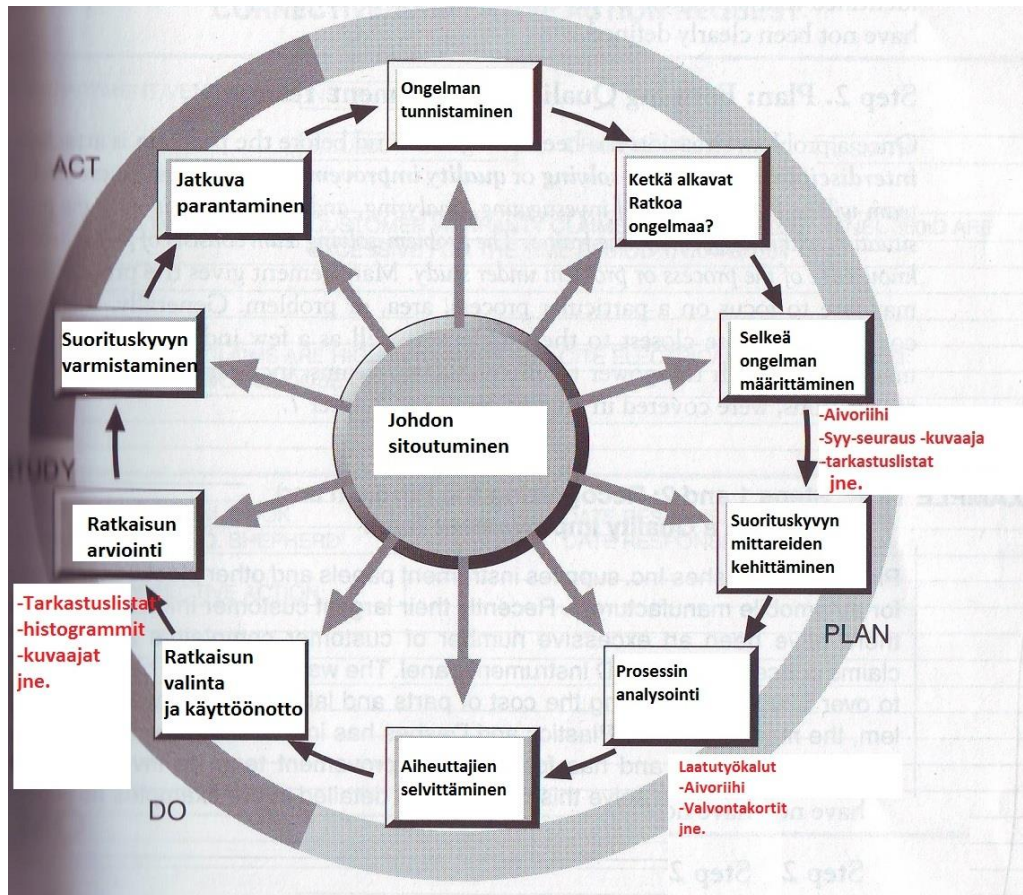


välttää korjaajan kutsumiselta. Pahimmassa tapauksessa asiakas saattaa myös levittää sanaa eteenpäin, jos tuotteen laatu on huonoa. Tämän seurauksena tuote voi saavuttaa huonon maineen, ja se näkyy menetettynä myyntinä yrityksessä. (Logistiikan maailma 2015b)

Jatkuva parantaminen on eräs laadun parantamiseen tarkoitettu työkalu. Siihen kuuluu työntekijät, toimittajat, toimenpiteet, materiaalit ja työkalut. Keskeinen ajatus on, että mitä tahansa prosessin osatekijää on mahdollista parantaa. Kuitenkin on syytä huomioida, että osaoptimointia täytyy pyrkiä välttämään ja prosessia pitää pystyä parantamaan kokonaisuutena (Management Institute of Finland, 2014). Jatkuva parantaminen tavoittelee täydellisyyttä. Aina löytyy jotain parannettavaa, joten tavoitetta ei varsinaisesti koskaan saavuteta. (Heizer & Render 2006, s.198)

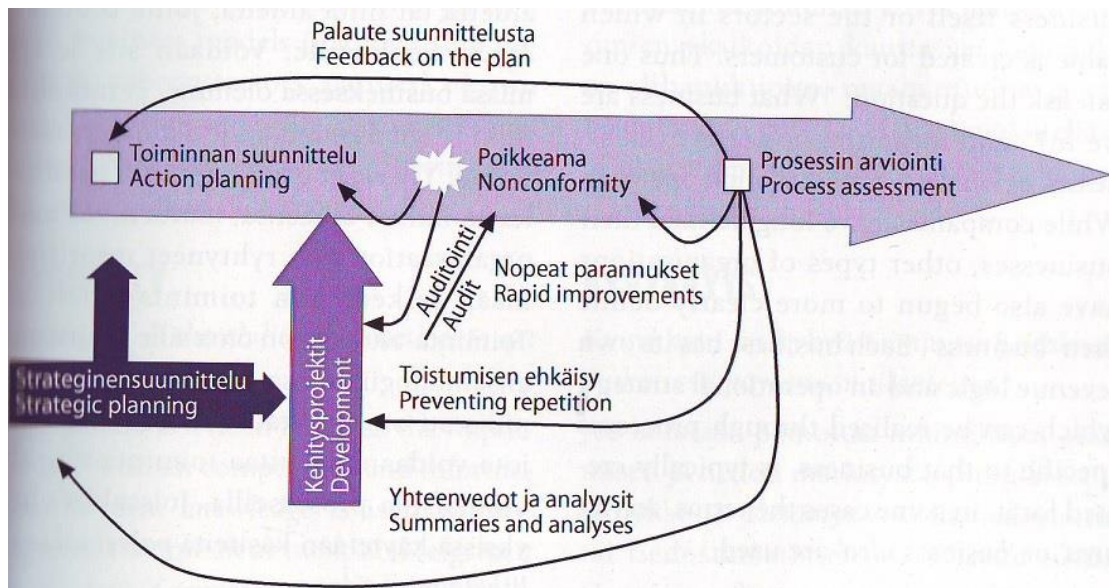
Kuvasta 8 nähdään ongelmanratkaisun sykli, ja siihen käytettäviä työkaluja. Yleensä ympyrästä käytetään Demingin (2000) nimitystä PDCA -sykli (Plan, Do, Check, Act). Kuvassa kuitenkin on PDSA, jossa Check -vaiheen tilalla on Study. Ero näiden kahden syklin välillä on se, että Check -vaiheessa vertaillaan parannettua asiaa suhteessa odotuksiin (Radziwill 2011). Study -vaihe puolestaan ottaa kantaa siihen, mitä siitä voidaan oppia. PDSA -sykli on näin ollen syvällisempi kuin PDCA. Sykli lähtee liikkeelle ongelman tunnistamisesta, jonka jälkeen valitaan ryhmä ratkaisemaan ongelmaa. Ongelmaa lähdetään tämän jälkeen purkamaan esimerkiksi aivoriihen ja syy-seuraus analyysien avulla. Kun ongelma on tiedossa ja tiedetään prosessissa mittausta vaativat parametrit, kehitetään prosessin suorituskyvyn mittarit.

Mitattua prosessia voidaan tämän jälkeen analysoida vaikkapa valvontakorttien avulla. Tässä vaiheessa tiedetään, että prosessi ei ole hallinnassa. Prosessin hallitsemattomuuden aiheuttajat pitää tällöin selvittää. Seuraavaksi syklin Do -vaiheessa valitaan ratkaisu, ja otetaan se käyttöön. Ratkaisun valinta- ja arviointivaiheessa voidaan hyödyntää esimerkiksi tarkastuslistoja tai histogrammeja, joiden avulla nähdään ratkaisun toimivuus. Arviointivaiheesta alkaa siis syklin Study -vaihe. Seuraavaksi alkaa act -vaihe, jossa varmistetaan prosessin suorituskyky jatkossa ja keskitytään jatkuvaan parantamiseen. Tämän vaiheen jälkeen ollaan taas syklin alkuvaiheessa. Koko syklin toiminnan edellytyksenä on luonnollisesti johdon sitoutuminen.



**Kuva 8.** Jatkuvan parantamisen ongelmanratkaisun sykli ja työkaluja (mukaillen, Summers 2005, s. 241)

Kuvasta 9 nähdään jatkuvan parantamisen rakenne, jossa kaikki lähtee liikkeelle siis prosessin arvioinnista. Arviointi mahdollistaa palautteen antamisen, analyysit, nopeat parannukset sekä toistumisen ehkäisyn. Kuva havainnollistaa hyvin, mihin eri asiat kulkevat jatkuvan parantamisen prosessissa.



**Kuva 9.** Jatkuvan parantamisen rakenne (Laamanen & Tinnilä 2009, s.89)

Prosessin laadun seuranta tehdään, jotta poikkeamat prosessissa huomattaisiin ennen kuin ongelmat heijastuvat tuotelaatuun. Tilastollinen laadunvalvonta eli SPC (Statistical Process Control) on yleisesti käytössä oleva tilastollinen laadunvalvontamenetelmä. Sen tärkein tehtävä on tarjota tilastoja, jotka auttavat prosessin ohjausta koskeissa päätöksissä. SPC ei ota kantaa yksittäisten tuotteiden laatuun, mutta se kertoo tilastollisesti keskimääräisen prosessin laaduntuottokyvyn. (Salomäki 1999, s.147-148)

Laadunvalvontaan on olemassa paljon erilaisia tarkastuslistoja ja kuvaajia, joilla prosessin data saadaan mahdollisimman havainnollistavaan muotoon. Ideointityökaluina voidaan käyttää esimerkiksi tarkastuslistaa, syy-seuraus -kuvaajaa tai hajontakuvaajaa. Syy-seuraus analyysin muodostamisen keinoksi sopii hyvin esimerkiksi aivorihi (Salomäki 1999, s.347). Ongelmien tunnistaminen on olennaista laadun parantamisessa, ja siihen voidaan käyttää esimerkiksi histogrammeja tai valvontakortteja. Laadunvalvonnassa pitää myös osata tulkita dataa, jotta parannuksia voidaan tehdä. Tähän tarkoitukseen käytetään esimerkiksi Pareto -kuvaajaa sekä prosessin virtauskaaviota. Työn kannalta esitellään olennaisin menetelmä eli valvontakortti. (Heizer & Render 2006, s.198)

Salomäen (1999) perinteisessä tuotelaadunvalvonnassa mitataan ensin ennalta määrätyt dimensiot tuotteesta, jonka jälkeen mittaustuloksia verrataan toleransseihin. Tuote on hyväksyttävä, jos mitat ovat toleranssialueen sisäpuolella. Koko siirtovaunua ei tietenkään vähin perustein voi hylätä, mutta vaunun hylätty osa pitää joko korjata tai tehdä uudestaan.

SPC:n vaiheet puolestaan Salomäen (1999 s. 149) mukaan kapealla tulkinnalla ovat seuraavat:

1. Mittaaminen
2. Mittaustulosten vertailu toleranssiin
3. Lajittelu hyväksyttäviin, hylättyihin tai korjattaviin
4. Useiden mittaustulosten yhdistäminen valvontakortilla
5. Prosessin suorituskyvyn määrittäminen
6. Prosessin kehittämisen aloittaminen

Valvontakortin idea on saada erotettua prosessin selvitettävissä olevista syistä johtuvat vaihtelut ja sattumasta johtuvat vaihtelut toisistaan. Valvontakortti on graafinen työkalu, joka selkeyttää mittaustulosten esitystä (Salomäki 1999, s.163). Kortissa on keskiviiva, jonka toisella puolella sijaitsee ylävalvontaraja ja toisella alavalvontaraja. Kortissa olevat pisteet ovat mitattuja arvoja, jotka kertovat prosessin tilasta. Jos mitatut arvot ovat valvontarajojen sisäpuolella, ja ne eivät näytä olevan menossa kumpaankaan suuntaan, prosessi on hallinnassa. (Kume 1985, s. 92)

Kumen (1985, s.94) mukaan Prosessissa esiintyvät laatuvariaatiot voidaan siis jakaa sattumanvaraisista syistä johtuviin ja selvitettävistä syistä johtuviin. Sattumanvaraisista syistä johtuvia vaihteluita ilmenee väistämättä prosesseissa, vaikka valmistusmenetelmä ja raaka-aine pysyisikin samana. Tällaisista syistä eroon pääseminen on siis taloudellisesti ja teknisesti mahdotonta. Selvitetävissä olevat syyt sen sijaan tarkoittavat, että prosessin vaihteluun johtavat syyt on mahdollista selvittää. Vaihtelu voitaisiin siis välttää oikeilla korjaavilla toimenpiteillä.

Diplomityössä käytettäväksi valvontakorttityypiksi valittiin x -kortti. Tätä valvontakorttia voidaan käyttää apuna rungon mittauksessa. x -korttia voidaan käyttää, koska mittaustuloksia ei voi jakaa alaryhmiin (Kume, 1985, s. 98). Alaryhmiin jakaminen tarkoittaisi mittaustulosten jakamista esimerkiksi hitsaajien mukaisesti. Kortin laskenta aloitetaan Kumen (1985, s.98) mukaan siten, että arvot jaetaan ryhmiin mittaajajärjestyksessä. Seuraavaksi lasketaan jokaisen ryhmän keskiarvo kaavalla 1, jossa n on ryhmän koko. Tämän jälkeen lasketaan kaksinkertainen keskiarvo kaavalla 2, jossa k on ryhmien lukumäärä. Jokaisen ryhmän vaihteluvälin R määrittäminen on seuraavana vuorossa. Se lasketaan vähentämällä jokaisen ryhmän maksimiarvosta ryhmän minimiarvo. Vaihteluvälin keskiarvo lasketaan kaavalla 3 siten, että ryhmien vaihteluvälit lasketaan yhteen ja jaetaan ryhmien lukumäärällä. Nyt kaikki kortin piirtämiseen on kaikki tarvittava data.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (1)$$

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_k}{k} \quad (2)$$

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_k}{k} \quad (3)$$

Kortin keskiviiva ja valvontarajat määritetään kaavojen 4, 5 ja 6 mukaisesti. Kaavassa 4 CL tarkoittaa keskiviivaa, kaavassa 5 UCL tarkoittaa ylävalvontarajaa ja kaavassa 6 LCL alavalvontarajaa. Kaavoissa 5 ja 6 tarvittava  $A_2$  on kerroin, joka määräytyy ryhmän koon perusteella. Kyseessä on vakio, joka saadaan selville taulukosta 1. Kuvan pystyakselilla on mittaustulos ja vaaka-akselilla ryhmän numero. Ylä- ja alavalvontarajat piirretään kuvaan katkoviivalla. (Kume 1985)

$$CL = \bar{\bar{x}} \quad (4)$$

$$UCL = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R} \quad (5)$$

$$LCL = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R} \quad (6)$$

**Taulukko 1:**  $x$ - $R$ -kortin kertoimet (Kume 1985, s. 100)

Näytteen koko n	x -kortti	R-kortti		
	$A_2$	$D_3$	$D_4$	$d_2$
2	1.880		3.267	1.128
3	1.023		2.575	1.693
4	0.729		2.282	2.059
5	0.577		2.115	2.326
6	0.483		2.004	2.534

Tärkeä hyvän laadun mahdollistaja Salomäen (1999, s.343) mukaan on hyvä laatuilmapiiri. Tällaisen hyvän laatuilmapiirin saavuttamiseksi vaaditaan esimiehiltä sitoutumista työhön ja aktiivisuutta kuunnella palautetta. Kun palaute on rekisteröity, korjaavat toimenpiteet voidaan välittömästi käynnistää. Välinpitämätön ja turhautunut esimies saattaa olla kuuntelijana passiivinen, jolloin tärkeä lautupalaute valuu helposti hukkaan. Tämä on tilanteena ehkä pahin, koska laatuvirheen havaitsija saattaa luulla tiedon menevän perille, vaikka näin ei ole. Tässä tapauksessa menetetään turhaan aikaa ja laatuvirheiden korjaaminen viivästyy tai jopa kokonaan unohtuu.

Laatuvirheitä voidaan tuotannossa eliminoida esimerkiksi Poka-yoken avulla. Poka-yokessa osat ja moduulit suunnitellaan ja valmistetaan siten, että niitä ei voi asentaa väärin (Geng 2004). Esimerkiksi johtosarjojen asennuksessa värikoodeilla voidaan ehkäistä se, että samanlaisia liittimiä ei kytketä ristiin. Väärät mekaniikka-asennukset voidaan puolestaan estää esimerkiksi viisteiden avulla. Täten varmistetaan laadukkaiden tuotteiden syntyminen (Heizer & Render 2006, s.207). Poka-yoken avulla voidaan vähentää esimerkiksi kokoonpanotyöntekijöiden epävarmuutta, koska työntekijät voivat sen avulla esimerkiksi itse tarkistaa ja varmistaa omat asennuksensa (Heizer & Render 2006, s.207).

Riittävä laadun taso varmistetaan tarkastuksilla. Tarkastus voidaan tehdä mittaamalla, punnitsemalla, testaamalla tai jopa tuhoamalla tuote. Tarkastuksen tarkoituksena on heti paljastaa huonosti hallinnassa oleva prosessi. Kunnollisissa prosesseissa on luonnollisesti vähän poikkeamia ja huonoissa niitä on paljon. Laatutarkastuksissa olennaista tarkistuskeinojen lisäksi on tarkastuksen paikka ja ajankohta. Tarkastus voidaan Heizerin & Renderin (2006) mukaan toteuttaa muun muassa seuraavasti:

1. Kontaktissa asiakkaan kanssa
2. Toimittajan tehtaalla sillä aikaa, kun valmistus on käynnissä
3. Tuotannon loppuessa toimittajalla
4. Ennen kalliita ja peruuttamattomia prosesseja
5. Tuotteiden toimituksen jälkeen

Tässä työssä esiteltävässä projektissa tarkastukset tehtiin kohtien 2 ja 3 mukaisesti. Asiakkaan kanssa myös tarkasteltiin laatua, mutta ongelma oli juurikin aiemmin mainittu asiakkaan tietämättömyys tuotteesta.

Salomäen (1999, s. 13) mukaan tarkastuksissa tehtävien mittausten osalta on syytä huomioida, että mittaus kohdistuu prosessin vaihteluihin, ei mittausjärjestelmän vaihteluihin. Mittaustuloksen pitää olla luotettava. Mittaus ei tuota paljon lisäarvoa, jos sen luotettavuudesta ei ole takeita. Luotettavuutta pystytään arvioimaan tilastollisen tarkastelun avulla. Dokumentointi on laadunvalvonnassa kriittistä, koska muuten jälkeenpäin on mahdotonta tietää laadun parantamiseksi tehdyt toimenpiteet, ja syyt niiden tekemiseen. Nykyään yleistä, että toimittajalle sysätään yhä enemmän vastuuta laadunvalvonnan suhteen. Tilauksen yhteydessä ja hankintasopimusta määritellessä päätetään, miten vastuu laadusta jakautuu. (Karjalainen *et al.* 1999 s.63)

## 2.7 Hankintapäätökset

Ulkoistamisessa on kyse yrityksen asemasta toimitusketjussa. Make or buy on ulkoistamisessa yleisin käytetty termi. Se tarkoittaa sitä, ulkoistetaanko tuotteen tai jonkin sen osan valmistus vai valmistetaanko se itse. Make or buy -päätökset ovat keskeinen osa tuotantostrategiaa, ja niiden huolellinen läpikäynti on tärkeää jo tuotantostrategiaa muodostettaessa. Nämä päätökset ovat usein vaikeita ja saattavat aiheuttaa sisäisiä konflikteja yrityksessä. Ulkoistaminen ei koske vain tuotteita tai komponentteja, vaan ulkoistaa voidaan myös kokonainen prosessi. Ulkoistamispäätös on strategisen tason päätös, ja sen tarkoituksena on ulkoistaa esimerkiksi yrityksen tuotantostrategian kannalta vähemmän merkittävät toiminnot. Ulkoistaminen voidaan ajatella myös muutosprosessina, jolla pyritään joustavuuden ja kustannustehokkuuden kautta parantamaan yrityksen kilpailukykyä. (Rolstadås *et al.* 2012, s.95-96)

Päätösten esivalmistelu kannattaa aloittaa siten, että yritysjohto pohtii vastauksia neljään alla esitettyyn kysymykseen (Vonderembse & White 1996, s. 738). Vastaukset näihin kysymyksiin karsii pois huonot alihankkijat heti alussa.

1. Mikä on alihankkijan toimitusvarmuus?
2. Riittääkö alihankkijan resurssit tuotteiden valmistamiseen?
3. Mitkä ovat ulkoistamisen kustannukset?
4. Vastaako alihankkijan laatu vaatimuksia?

Vastauksen ollessa ei-tyyydyttävä, yritys voi joko etsiä lisää mahdollisia alihankkijoita tai päätyä omaan valmistukseen eli tehdä make -päätöksen. Omaan valmistukseen päädyttyäessä prosessien kehittäminen on tärkeää, jotta yritys voi saavuttaa kilpailuedun valmistamalla tuotteet itse taloudellisesti (Zainal & Haim 2009). Bellgranin & Säftsenin mukaan (2010) alihankkijan resurssit voivat kuitenkin olla riittävät ja alihankinnan kustannukset alittaa oman valmistuksen kustannukset. Tällöin kannattaa tehdä buy -päätös, eli ulkoistaa tuotteen valmistus. Yrityksen oman tehtaan layout sekä valmistukseen tarvittavat koneet ja työkalut riippuvat hyvin pitkälti tällaisista hankintapäätöksistä. Näin ollen hankintapäätöksiä voidaan kutsua rakenteellisiksi päätöksiksi. Luonnollisesti paljon alihankintaa hyödyntävässä yrityksessä tarvitaan huomattavasti vähemmän koneita ja laitteita kuin omaan valmistukseen keskittyvässä yrityksessä.

Pidemmällä aikajänteellä hankintapäätöksillä on huomattava vaikutus yrityksen omaan tuotekehitykseen ja uusien tuotteiden lanseeraamiseen. Buy -päätöksiä tekevällä yrityksellä oma kokemus tuotteiden valmistamisesta on vähäisempää, jolloin tuotekehityksestä voi jäädä valmistuksen näkökulma jopa kokonaan huomioimatta. Tästä syystä yhteistyöhön alihankkijoiden kanssa kannattaakin panostaa kunnolla, jotta

voidaan hyödyntää mahdollisimman paljon alihankkijan osaamista tuotekehityksessä. (Probert 1997, s. 10-13)

Tämän päivän trendi make or buy -päätöksissä on verkostoituminen. Sen vuoksi kumppanuusverkostot ovat laajentuneet aikojen saatossa. Laajentuminen on aiheuttanut sen, että verkostojen hallinta on muuttunut haastavammaksi. Toisaalta se on myös tuonut paljon etuja. Esimerkiksi strateginen liiketoimintakumppanuus tarkoittaa sitä, että toimittajat ja pääyrittäjä toimivat yhteistyössä kehittääkseen prosessejaan. Tämän tavoitteena on kilpailukykyyn parantaminen ja loppuasiakkaalle lisäarvoa tuovan toiminnan lisääminen. Intensiivinen toimittajien kilpailuttaminen on selkeästi vähentynyt viime vuosikymmenillä ja nykyään suositaan pitkäaikaisia partnerisuhteita, joissa yhteistyö on tiivistä. Tämä vähentää lisäarvoa tuottamattomaan toimintaan käytettyä aikaa, esimerkiksi hintaneuvotteluihin ja toimittajan ohjeistamiseen. (Hannus 2004, s. 183-184)

Luvussa 2.1 esiteltyjen tuotantostrategian kilpailullisten tekijöiden hyödyntäminen hankintapäätöksissä on kriittistä, koska kilpailulliset tekijät tulevat esille erityisesti asiakasrajapinnassa, ja ne vaikuttavat suoraan asiakkaiden käyttäytymiseen. Ulkoistamispäätös voi esimerkiksi heikentää tuotteen laatua, jolloin asiakas saattaa päättääkin olla ostamatta sitä (Probert 1997, s. 10-13).

Heizerin & Renderin (2006) mukaan globaalin hankintaverkoston luominen on strateginen haaste. Hyvälaatuisten tuotteiden valmistaminen esimerkiksi Kiinassa saattaa olla haasteellista ja osien saatavuus heikkoa. Tämä puolestaan aiheuttaa sen, että motivaatio osien paikallisalihankintaan laskee, jos yrityksellä on jo Suomessa valmiina hyvät toimittajat. Toinen ongelma on myös valuuttakurssimuutokset. Toki sillä saattaa olla myös positiivisia vaikutuksia, mutta joka tapauksessa riski on syytä tiedostaa. Kolikon toisena puolena on, että osien laivaaminen Suomesta esimerkiksi loppukokoonpanotehtaalle Koreaan aiheuttaa paljon laivaus- ja tullikustannuksia. Globaalia hankintaa varten yritykseltä vaaditaan siis paljon erityistaitoja omaavaa henkilöstöä, esimerkiksi tullauseksperttiä, viimeisintä tietotekniikkaa materiaalin ohjaamiseksi, rahtiasiantuntijaa sekä tulkkia kielimuurin ja kulttuurillisten erojen vuoksi.

Hankintapäätöksiin joudutaan usein uhraamaan huomattavasti aikaa ja resursseja. Niin sanottu transaktiokustannus hankintapäätöksissä on siis syytä huomioida. Toimittajavalintoja tehdessä täytyy analysoida kaikki potentiaaliset toimittajat, joista kuitenkin valitaan vain yksi. Lisäksi tämä prosessi täytyy toistaa säännöllisesti, jotta voidaan varmistaa toimittajan kilpailukyky esimerkiksi hinnan ja laadun suhteen. Parhaan toimittajavalinnan tekemiseen vaaditaan hankinnalta paljon resursseja. Tästä syystä yritykset eivät pyri täydellisyyteen kyseisessä vaiheessa, jotta resurssien käyttöä tarvittaessa voidaan rajoittaa. Tämä voidaan toteuttaa tunnistamalla tärkeimmät



toimittajat oston arvon näkökulmasta tai pitkällä aikajänteellä strategian näkökulmasta. (Slack *et al.* 2002, s.196)

### 2.7.1 Strateginen hankinta

Strategiseen hankintaan kuuluu niin sanottu kategoriahankinta, jonka avulla hankittavat osat ja komponentit voidaan jakaa neljään eri ryhmään. Kategorisointi helpottaa hankinnan hallintaa ja etenkin tämänkin työn ulkoistusprosessia. Kategoriahankinnan prosessi etenee seuraavasti (Scott *et al.* 2011, s.43):

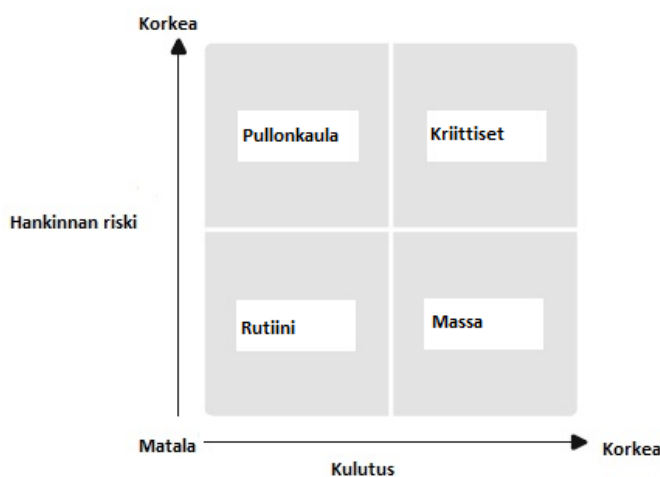
1. Osan/komponentin kategorian valinta
2. Hankintastrategian valinta
3. Toimittajakannan luominen
4. Eteneminen hankintaprosessin mukaisesti
5. Neuvottelu

Kategorian valinnassa olennaista on Scott *et al.* (2011, s.43) mukaan tarkastella osan toimittajien määrää ja toimittajien valtaa. Jos jollain toimittajalla on jonkin kriittisen osan suhteen monopoli, se käytännössä tarkoittaa, että hintaan ja muihin ehtoihin on vaikeaa vaikuttaa. Toisessa vaiheessa valitaan hankintastrategia. Oikea hankintastrategia vaikuttaa hyvin pitkälti siihen, miten toiminnot realisoituvat. Ostajan päätettävissä on esimerkiksi, kuinka tiivistä yhteistyötä toimittajan kanssa tehdään. Strategian on tarkoitus auttaa myös ongelmatilanteissa, esimerkiksi toimituksen epäonnistumisessa. Toimittajakannan luominen tapahtuu luvussa 2.7.5 määritetyn hankintaprosessin mukaisesti.

Kuvasta 10 nähdään nämä neljä hankintakategoriaa, jotka ovat pullonkaula-, rutiini-, massaosat sekä kriittiset osat. Kuvan oikeassa yläkulmassa olevat pullonkaulaosat ovat kaikista vaikeimpia hankittavia, koska niiden kulutus on vähäistä ja hankinnan riski suuri. Toimittajia saattaa olla vain yksi, joten hintaan saattaa olla vaikeaa vaikuttaa. Hankinnan riski tämän tuotteen osalta suuri vähäisen toimittajamäärän takia sekä sen vuoksi, että tuotanto saattaa pysähtyä osan puuttumisen takia (Scott *et al.* 2011, s.43). Tärkeää olisi näiden osien suhteen löytää syy ja selitys sille, minkä takia osista on muodostunut pullonkaulaosia. Pullonkaulaosien suhteen on strategisesti järkevää saada minimoitua niiden käyttö esimerkiksi suunnittelemalla ne uudelleen ja pohtimalla esimerkiksi vaihtoehtoja valmistusmateriaalia. (Logistiikan Maailma 2015a)

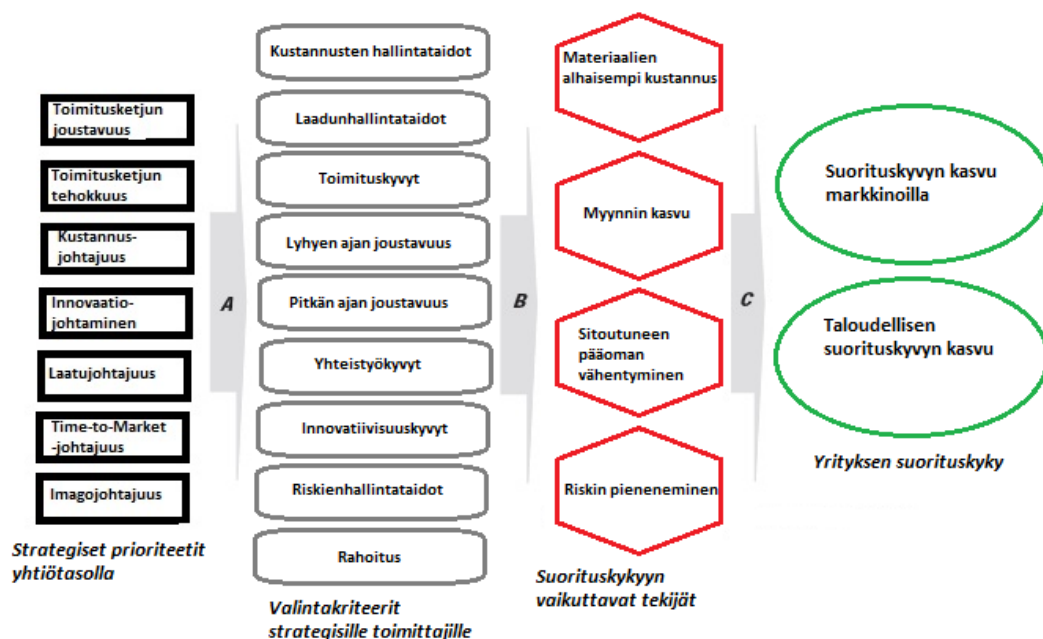
Rutiiniosat ovat hankintamielessä mukavimpia ostettavia, sillä niillä on paljon toimittajia ja saatavuus on turvattu. Täten myös hankinnan riski on melko pieni. Rutiiniosissa järkevin hankintastrategia onkin ostotoiminnan tehostaminen. (Logistiikan Maailma, 2015a)

Massaosat ovat siitä ongelmallisia, että niitä ostetaan paljon, ja niihin sitoutuu korkean hintansa takia paljon pääomaa, joten ne vaikuttavat suoraan yrityksen kannattavuuteen. Voidaan ajatella, että näissä osissa vallitsee ostajan markkinat, koska toimittajia on paljon. Massaosien hankinta alhaisten kustannustason maista on mahdollista ja jopa järkevää. Matriisin oikeassa yläkulmassa sijaitsee kriittiset tuotteet, joita ostetaan suuria määriä mutta myös riski on iso. Kriittisiä osia voivat olla esimerkiksi autojen tuulilasit, joten toimittajien määrä on vähäinen ja täten kilpailutuskin mahdotonta. Näissä osissa suositeltava hankintastrategia on kehittää toimittajayhteistyötä. (Logistiikan Maailma, 2015a) (Scott *et al.* 2011, s. 43)



**Kuva 10.** Kategoriahankinnan nelikenttämatriisi (mukaillen, Scott *et al.* 2011, s.43)

Strategista toimittajan valintaa voi lähestyä esimerkiksi kuvan 11 tarjoaman hypoteesimallin avulla. Malli toimii perustuen olettimiin A, B ja C. Ensimmäisenä vaiheena mallissa on strategiset prioriteetit yhtiötasolla. Tässä vaiheessa määritetään siis yrityksen strategian kannalta olennaisimmat tekijät, eli tavoitellaanko kustannus- vai laatujohtajuutta markkinoilla. Kun nämä on priorisoitu yrityksen strategiaan perustuen, seuraavana vaiheena on konkreettisten toimittajien valintakriteerien määrittäminen. Laatujohtajuutta tavoitteleva yritys valitsee luonnollisesti toimittajan, jolla on hyvät laadunhallintataidot.



**Kuva 11.** Hypoteesimalli strategiaan perustuvaan toimittajan valintaan (mukaillen, Moser 2006, s.129)

Kriteerien mukaan tehdyt oikeat toimittajavalinnat vaikuttavat suorituskykyyn esimerkiksi riskin pienenemisellä. Toimittaja voi hallinnoida kokonaista valmistusprosessia, jolloin toimittaja on myös vastuussa siitä ja ostajayrityksen riski pienenee. Sitoutunut pääoma myös luonnollisesti vähenee. Yrityksellä ei tarvitse esimerkiksi olla valmistukseen tarvittavia erikoislaitteita, koska toimittajalla on ne käytössä. Viimeisessä vaiheessa kuvaillaan, miten nämä tekijät vaikuttavat yrityksen suorituskykyyn. Yritys voi siis kasvattaa suorituskykyään markkinoilla ja vallata lisää markkina-alueita, kuten tämänkin työn tapauksessa. Luonnollisesti myös taloudellinen suorituskyky kasvaa, jos toimittajan valinta ja toiminta on mallin olettamien mukaista. (Moser 2006)

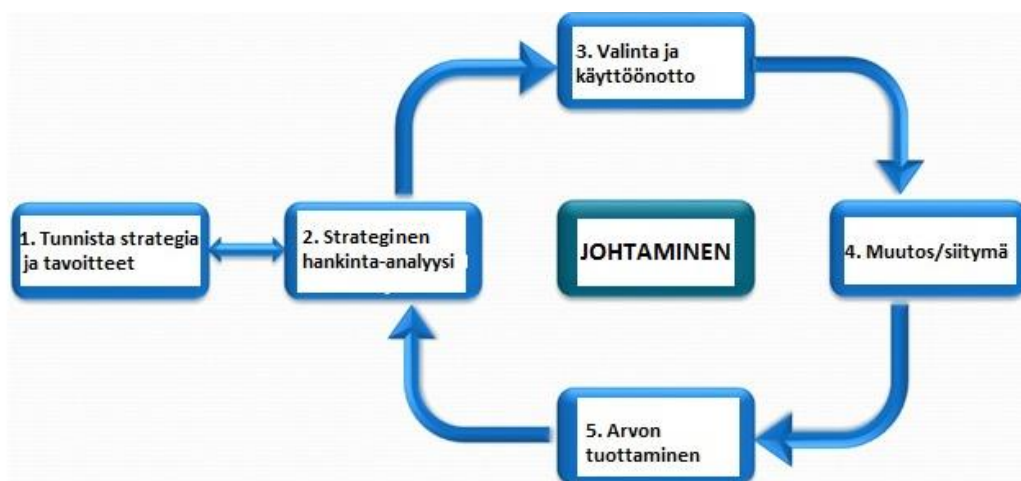
## 2.7.2 Ulkoistamisen standardi ISO 37500

SFS RY:n (2015) mukaan kansainvälinen ulkoistamisen standardi ISO 37500 (International Organisation for Standardization) laadittiin, koska ulkoistamisella on paljon hyötyjä ja standardi yhtenäistää esimerkiksi viestintää sekä helpottaa yhteisymmärrystä asiakkaan ja toimittajan välillä. Standardissa suuri painoarvo on ulkoistamisjärjestelyiden joustavuudella. Lisäksi standardi on laadittu yleispäteväksi, joten se ei ole sidoksissa toimialaan. Ulkoistamisen johtamisen työkaluksi standardissa esitetään niin sanottu elämäнкаarimalli. Ulkoistamisessa keskeistä ei ole ainoastaan prosessien ohjaus, vaan myös hyvien suhteiden ylläpitäminen ja tehokas päätöksenteko asiakkaan ja toimittajan välillä. Kuvassa 12 nähdään aiemmin mainittu ulkoistamisen

elämänkaarimalli. Kyseinen malli pitäisi räätälöidä vastaamaan sitä käyttävän yrityksen tarpeita.

Mallissa on viisi vaihetta, joista ensimmäinen on yrityksen strategian ja tavoitteiden tunnistaminen. Tämä vaihe pitää käydä huolellisesti läpi ennen kuin edetään pidemmälle ulkoistusprosessissa. Vaiheen jälkeen johdon pitäisi ymmärtää, miten hankintastrategia muodostetaan, jotta voidaan saavuttaa liiketoimintastrategiassa esitetyt tavoitteet. Prosessin riskit on myös hyvä tiedostaa tässä vaiheessa. Seuraavassa vaiheessa tehdään niin sanottu strateginen hankinta-analyysi, jonka tarkoitus on varmistaa hankinta- ja liiketoimintastrategian yhteensopivuus. Kaikki make or buy -päätökset johdetaan hankintastrategiasta, ja tästä syystä strategian huolellinen analysointi on tärkeää. Tärkeä osa tätä vaihetta on myös ulkoistamisen toteutussuunnitelma, jonka mukaan seuraavissa vaiheissa edetään. Seuraavaksi on vuorossa kolmas vaihe, jossa valitaan toimittaja ja otetaan käyttöön hankintastrategia. Määritetään siis valintakriteerit toimittajille, johon myös valinta perustuu. Lisäksi määritetään muun muassa, mitä vaatimuksia asetetaan johtoryhmälle kestävän toimittajayhteistyön ylläpitämiseksi. (ISO 37500: 11)

Neljännessä vaiheessa eli siirtymävaiheessa ikään kuin siirretään ulkoistettava prosessi toimittajalle. Vaiheessa testataan myös toimittajan kyvyt toteuttaa prosessi. Viidennessä ja myös pisimmässä vaiheessa jo nimensä mukaisesti ulkoistusprosessi on alkanut tuottaa arvoa. Tässä vaiheessa myös tilaaja ja toimittaja huomaavat konkreettisesti ulkoistamisyhteistyön edut. Vaiheen jälkeen yhteistyötä joko jatketaan tai se päätetään. Kuvassa keskellä oleva johtaminen on läsnä kaikkien vaiheiden ajan. Johdon vastuulla on varmistaa arvon tuottaminen ja minimoida riskit prosessin kaikissa vaiheissa. Lisäksi jatkuvaa huomioita kiinnitetään prosessin strategiaan tuloksiin. (ISO 37500: 12)



**Kuva 12.** Ulkoistamisen elämänkaarimalli (mukaillen, ISO 37500: 12)

Elämänkaarimallin vaiheessa 2 käyttöönotettava hankintastrategia on ikään kuin yrityksen lähestymistapa arvoa lisäävien prosessien hankinnassa, ja se määrittää myös

toimintatavat hankinnassa (ISO 37500: 12). Hankintastrategian muodostaminen ei ole yksinkertainen tehtävä, ja se pitää johtaa aina uudelleen yrityksen liiketoimintastrategian muuttuessa. Hankintastrategian määrittelyä voidaan lähestyä taulukossa 2 olevalla input-output -ajattelulla. Hyvä hankintastrategia sisältää ISO 37500 (12) mukaan seuraavat asiat:

- Hankinnan tavoitteet: pääperiaatteet hankintastrategian määrittelykselle ja tavoitteet sen sisällölle
- Hankintamalli: Mitä ulkoistetaan ja miksi?
- Lähestymistapa: Kotimainen hankinta, ulkomainen hankinta, avoin toimittajayhteistyö tai rajoitettu toimittajayhteistyö
- Yksityiskohtainen strategia: hankintamallin käyttöönoton seuraukset ja riskit
- Toteutussuunnitelma: Aiemmin mainittujen asioiden ottaminen käyttöön
- Taloudellisten ja ei-taloudellisten seurausten listaaminen

**Taulukko 2:** *Hankintastrategian inputit ja outputit (mukaillen, ISO 37500: 12)*

Inputit	Outputit
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Liiketoimintastrategia ja tavoitteet</li> <li>- Olennaiset toiminnalliset strategiat</li> <li>- Strategiset mahdollisuudet ja edut</li> <li>- Riskienhallinta</li> <li>- Hallinnointiperiaatteet</li> <li>- Liiketoiminnan tavoitteet, vaikutukset ja rajoitukset ulkoistamiseen</li> <li>- Nykyisen liiketoiminnan arviointi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hankintastrategia</li> </ul>

### 2.7.3 Tuotannollinen ulkoistaminen

Tuotannollinen ulkoistaminen voidaan sen pitkäjänteisyyden vuoksi mieltää strategiseksi päätökseksi. Tästä johtuen sen tulee myös noudattaa yrityksen strategian määrittämiä suuntaviivoja. Päätöksentekoprosessi on järjestelmällinen; se alkaa strategiselta tasolta ja päättyy tehtaan lattiatasolla tehtäviin taktisiin päätöksiin. Yrityksen tulee tunnistaa omat ydinosamisalueensa ennen strategisten päätösten tekoa. Tämän jälkeen pitäisi osata ennustaa asiakkaiden ja kilpailijoiden käyttäytymistä. Kun tiedetään mahdolliset muutokset niissä, voidaan päätellä kehitystä vaativat ydinosamisalueet. (Karjalainen *et al.* 1999)

Ulkoistamisesta kuulee käytettävän nykyisin *outsourcing* -termin lisäksi termiä ”off-shoring”, jolla tarkoitetaan siis ulkomaisten toimittajien käyttämistä hankinnassa. ”Off-shoring” voidaan mieltää myös tuotannon uudelleensijoittamisena. Se tarkoittaa joko omien tehtaiden perustamista ulkomaille tai ulkomaisen alihankkijan käyttämistä samojen tuotteiden valmistukseen kuin kotimaassakin. (Rolstadås *et al.* 2012, s.95-96).

Päätöksiin tuotannollisesta ulkoistamisesta liittyy myös vertikaalinen integraatio, joka tarkoittaa osaamisen laajentamista arvoketjussa joko ylös- tai alaspäin. Tällainen laajentuminen on vastakohta ulkoistamiselle. Toisin sanoen, Make or buy -päätökset yrityksessä määrittävät vertikaalisen integraation tason (Gadde & Håkansson 1998, s.119). Ulkoistamispäätösten tuoma etu on yleensä taloudellista, koska organisaatio voi keskittää johtamisen ja resurssit ydintoimintoihinsa. Etua saavutetaan erityisesti työvoima- ja materiaalikustannuksissa. Pienemmän kokonaisuuden hallinta on huomattavasti tehokkaampaa verrattuna vertikaalisen integraation aiheuttamaan laajempaan resurssitarpeeseen. Totuus kuitenkin on, että ulkoistamispäätökset ovat monimutkaisia. Päätöksissä täytyy erityisesti ottaa huomioon se, kuinka paljon enemmän koordinoitua ja ohjausta tarvitaan tuotannon siirtyessä yrityksen ulkopuolelle. Eräs ulkoistamisen aiheuttama vaaratekijä on, että yritys menettää jonkin tärkeän strategisen toiminnon hallinnan. Toisin sanoen siis toimittajalle saatetaan ulkoistaa prosessi, jossa on piilossa yrityksen ydinosaa (Bellgran & Säftsen 2010, s.319). Ulkoistaminen saattaa pitkällä aikajänteellä myös vaikuttaa negatiivisesti yrityksen omaan innovointikykyyn, tietotaitoon, osaamiseen ja jopa työntekijöiden motivaatioon (Matta & Semeraro 2005, s. 14). (Heikkilä & Ketokivi 2013, s.141, s.263)

Tuotannollisessa ulkoistamisessa on luonnollisesti myös lukuisia haasteita, joita ovat muun muassa huono laatu ja toimitusvarmuus. Muita esiintyviä ongelmia ovat esimerkiksi oman henkilöstön raju vastareaktio tai epäonnistunut kommunikointi toimittajan kanssa. Ongelmia seuraa, jos toimittajan johto ei ole riittävän sitoutunut. Tuotekehityksen ja tuotannon välisen rajapinnan säilyttäminen ulkoistamisessa on erityisen tärkeää, sillä se on eräs yleisimmistä ulkoistamisen haasteista. Kun loppukokoonpano sijaitsee maailman toisella puolen, tuotekehitys ei saa niin nopeaa ja kattavaa palautetta tuotannosta kuin normaalisti. Ilman fyysistä kontaktia tuotantoympäristöön on hankalaa ottaa käyttöön uutta teknologiaa tuotteessa tai kehittää valmistusprosessia. Näiden haasteiden osalta helpottava tekijä on hyvän toimittajasuhteen ylläpitäminen. Vaikka maantieteellinen etäisyys olisikin esteenä, nykyajan virtuaalimaailma mahdollistaa hyvin erilaisten prosessien seurannan ja kehityksen. (Bellgran & Säftsen 2010, s.319) (Karjalainen *et al.* 1999, s.28)

Van Weelen (2010, s. 176) mukaan kriittisimmät tekijät menestyksekkääseen ulkoistamiseen ovat:

1. Yrityksen omien tavoitteiden sisäistäminen
2. Oikean toimittajan valitseminen
3. Tarkasti muotoiltu hankintasopimus
4. Avoin kommunikointi toimittajan kanssa
5. Toimittajasuhteen ylläpitäminen
6. Ylimmän johdon tuki
7. Omasta henkilöstöstä huolehtiminen

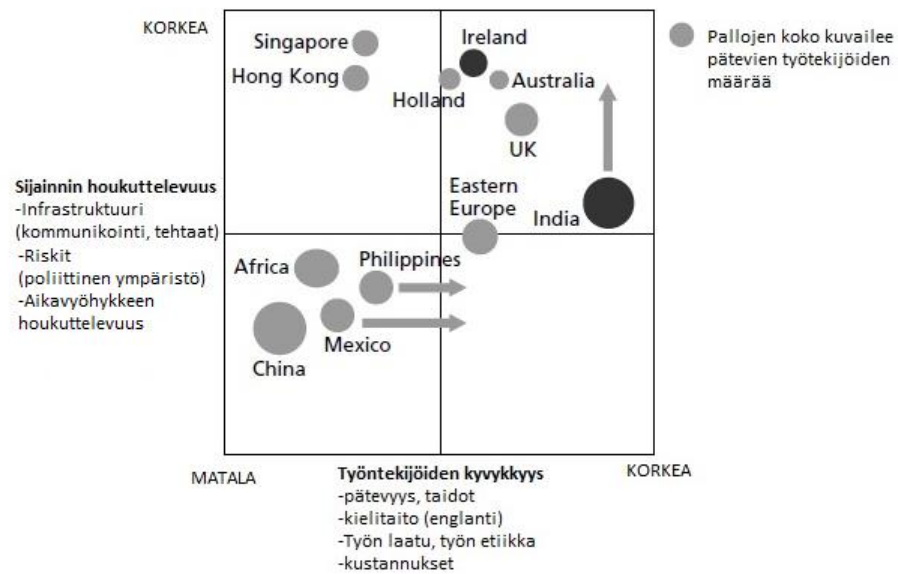
Tuotannollisessa ulkoistamisessa tärkeä muistettava asia on oppimiskäyrä, ja se siis havainnollistaa, miten organisaatiot ja ihmiset oppivat toistojen lukumäärän kasvaessa. Tämänkin työn projektissa oppimiskäyrällä on ollut huomattava vaikutus, mitä enemmän samanlaisia siirtovaunuja tehdään, sitä nopeammaksi ja rutiininomaisemmaksi tekeminen muuttuu. Oppimiskäyrä riippuu siitä, millainen tuote tai organisaatio on. Johdon sitoutuminen näkyy positiivisesti oppimiskäyrässä ja tuotteen selkeä rakenne nopeuttaa myös oppimista. Jos prosessi muuttuu tai henkilöstö vaihtuu, niin se näkyy oppimiskäyrässä niin sanottuna epäjatkuvuuskohtana. Näin ollen siis prosessi kannattaa pitää kunnossa ja henkilöstön vaihtuessa tiedon tulisi olla myös helposti siirrettävissä uusille työntekijöille. (Heizer & Render 2006, s. 774)

#### **2.7.4 Maakohtaiset erot**

Tuotannon ulkoistamispäätöksessä on syytä ottaa huomioon eri maanosien ja maiden väliset erot. Erityisesti työvoiman laatu ja määrä, kustannukset, kulttuurilliset asiat, kielitaidot, poliittinen vakaus, sekä infrastruktuuriset tekijät vaikuttavat suoraan siihen, miten toiminta realisoituu.

Alhaiset työvoima-, ja materiaalikustannukset ovat suuri ulkoistamista aiheuttava tekijä, jolloin esimerkiksi kielitaito- ja kulttuurierojen merkitys saattaa unohtua. Toisaalta esimerkiksi asiakassuhteiden hallinta helpottuu kielen ja kulttuurin ansioista, jos asiakas sijaitsee samassa maassa kuin tuotantokin. Rajoittavin tekijä ulkoistamisessa on kuitenkin kieli, jonka takia esimerkiksi Kiina ei ole suosituin ulkoistamisen kohdema. (Aran & Patel 2005, s.90)

Kuvassa 13 on yleispätevä malli liiketoimintaprosessin ulkoistamisen kohdemaista. Malli ei liity diplomityö toimialaan, ja sen tarkoitus on vain havainnollistaa ulkoistamiseen vaikuttavia asioita nelikenttämatriisin avulla. Matriisin vaaka-akselilla kuvaillaan työntekijöiden kyvykkyyttä, johon kuuluu muun muassa kielitaito, pätevyys, työvoimakustannukset ja laatu. Pallojen koko kuvailee pätevien työntekijöiden määrää. Kuvaa voidaan siis tulkita siten, että Intiassa on paljon päteviä työntekijöitä, jotka pystyvät valmistamaan laadukkaita tuotteita ja kielitaitokin on yleisellä tasolla hyvä. Kiinassa puolestaan päteviä työntekijöitä on paljon, mutta kokonaiskyvykkyyttä laskee huono kielitaito ja laatu, jonka takia Kiina asettuu matriisin vasempaan alalaitaan.



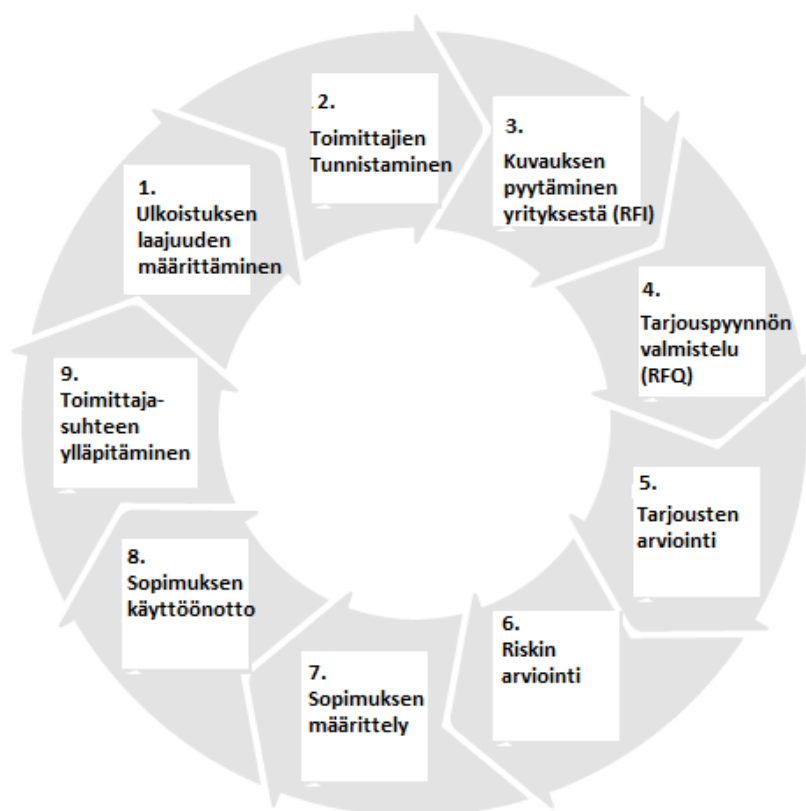
**Kuva 13.** Analyysi parhaista ulkoistamisen kohdemaista (mukaillen, Aran & Patel 2005, s.91)

Pystyakseli havainnollistaa sijainnin houkuttelevuutta, johon kuuluu infrastrukturi, riskit sekä aikavyöhykkeen houkuttelevuus. Infrastruktuurilla tarkoitetaan esimerkiksi tehdasrakennuksia, ja niiden kuntoa. Lisäksi siihen kuuluu myös käytettävät kommunikointijärjestelmät ja tietotekniikka. Infrastrukturi toimii ikään kuin pohjana tuotantojärjestelmälle. Riskeillä tarkoitetaan lähinnä poliittisia riskejä, joilla tarkoitetaan maan poliittista tasapainoa. Niitä ovat esimerkiksi levottomuudet, mellakat ja sodat. Aikavyöhykkeen houkuttelevuus tarkoittaa aikavyöhykkeen sijaintia ulkoistajayritykseen nähden. Kommunikoinnille ja tilauksen valvonnalle asettaa huomattavasti erilaisia vaatimuksia se, onko aikaero 6 vai 12 tuntia. Jos aikaero on 12 tuntia, toimittaja ja tilaaja eivät ole juuri koskaan samanaikaisesti töissä.



### 2.7.5 Hankinnan ja ulkoistamisen prosessi

Ulkoistusprosessi ulkoistavan yrityksen näkökulmasta on esitetty kuvassa 14. Kuva antaa hyvän käsityksen siitä, miten prosessi lähtee etenemään, kun päätös ulkoistuksesta on tehty. Ensimmäisessä vaiheessa päätetään ulkoistettavat tuotteet tai prosessi (Scott *et al.* 2011, s.172).



**Kuva 14.** Ulkoistusprosessin yhdeksän vaihetta (mukaillen, Scott *et al.* 2011, s.172)

Seuraavaksi lähdetään etsimään toimittajia. Etsintä voi aluksi tapahtua vain Internetin välityksellä, jos pitkät etäisyydet eivät heti kannusta heti tekemään toimittajavierailua. Toimittajavierailulla puolestaan saadaan jonkinlainen käsitys toimittajan tuotantotiloista, laitteista, henkilöstöstä, järjestelmistä ja valmistukseen sopivista tuotteista. Toimittajavierailu tehdään yleensä 3. vaiheessa sen jälkeen, kun RFI (Request for Information) -lomake on saatu täytettynä takaisin ja potentiaaliset toimittajat on poimittu joukosta, joille lomake lähetettiin. Kyseinen lomake sisältää seuraavat asiat (Scott *et al.* 2011, s.173):

1. Johdanto ja luottamuslause
2. Kuvaus omasta yrityksestä
3. Kuvaus ulkoistettavasta tuotteesta/prosessista
4. Valintaprosessi (valinnan kriteerit ja aikataulu)
5. Vastaus (tähän toimittaja vastaa yrityksen kuvailemalla tavalla)

Lomakkeen perustarkoituksena on selvittää toimittajan sopivuus vaadittuun tehtävään tilaajan näkökulmasta sekä se, onko toimittaja motivoitunut ja kiinnostunut hoitamaan tehtävän (Scott *et al.* 2011, s.173). RFI -lomakkeisiin saatujen vastausten perusteella päätetään, mille toimittajille lähetetään RFQ (Request for Quotation) -lomake, eli tarjouspyyntö. Tässä vaiheessa kuvioihin tulee mukaan kaupallinen näkökulma. Tämän jälkeen voidaan vertailla hintoja sekä toimitusehtoja eri toimittajien välillä ja voidaan karsia pois joukosta liian kalliita vaihtoehtoja. Riskin arviointi on tärkeää toimittajavalintoja tehdessä. Keskeinen riskiarvion kohde voisi olla vaikkapa se, että kannattaako edullisen hinnan takia ostaa toimittajalta, jonka toimitusvarmuuteen ei voi luottaa. Kun tarjouspyynnöt on arvioitu ja toimittaja valittu, seuraavaksi edetään sopimusvaiheeseen.

Hankintasopimuksen laatiminen on eräs ensimmäisistä asioista, kun mittava yhteistyö uuden toimittajan kanssa aloitetaan. Kunnollinen hankintasopimus helpottaa asioiden sopimisesta yhteistyön aikana etenkin ongelmatilanteissa. Hyvä hankintasopimus määrittelee asiat niin selkeästi, että mikään asia ei jää tulkinnanvaraiseksi eikä ristiriitoja synny. Sopimuksen sisältö on esitetty luvussa 2.7.6. Hankintasopimus voi sisältää kaupallisen osuuden lisäksi myös sopimukset laadusta, materiaaleista, työkaluista ja toimituksista. Käsittelykin muuttuu täten helpommaksi, koska yksi sopimus sisältää kaikki olennaiset asiat. (Karjalainen *et al.* 1999, s. 68)

Hankintasopimuksen solmimisen jälkeen vuorossa on suunnittelukokous eli niin sanottu ”kick-off”. Se pidetään yleensä joko tilaajan tai toimittajan tiloissa. Kokouksessa olisi hyvä olla läsnä ainakin tilaajan suunnittelija, oston edustaja, toimittajan tuotantopäällikkö, valmistustekniikan asiantuntija ja oston edustaja. Kokouksessa nimetään yhteishenkilöt kommunikointia varten. Lisäksi toimittajalle annetaan valmistus- ja kokoonpanopiirustukset, joista kokouksessa voidaan keskustella. Tästä syystä valmistustekniikasta tietävän henkilön on hyvä olla paikalla, jotta mahdolliset ongelmakohdat valmistuksessa saadaan heti alussa selvitettyä. (Karjalainen *et al.* 1999, s. 68)

Monilla yrityksillä on ongelmia hankintasopimuksen käyttöönotossa. Tästä syystä huolellinen yhteistyön aloittamisen suunnittelu ja tehtävien jako toimittajan ja tilaajayrityksen kesken on tärkeää. Jokaiselle ulkoistetulle prosessille olisi myös hyvä olla varasuunnitelma. Hyvällä suunnittelulla voidaan minimoida riski siitä, että suhde toimittajaan muuttuisi huonoksi. Kun suhde toimittajaan on alusta alkaen hyvä, sen ylläpitäminen on myös helpompaa. (Scott *et al.* 2011, s. 177)

## 2.7.6 Hankintasopimuksen sisältö

Hankintasopimus on juridinen asiakirja, joka määrittää tilaajan ja toimittajan väliset toimintatavat. Karjalaisen *et al.* (1999, s. 69) mukaan hyvä hankintasopimus sisältää seuraavat asiat

1. Sopimuksen osapuolet nimetään johdanto-osassa, jossa otetaan lyhyesti kantaa yhteisen toiminnan periaatteisiin, esimerkiksi hinnoittelun avoimuuteen, toimitusvarmuuteen ja laatuun.
2. Hankinnan kohteen määrittämisvaiheessa vedotaan esimerkiksi valmistuspiirustuksiin, jolloin toimittaja sitoutuu toimittamaan piirustuksen mukaisia tuotteita. Liitteenä voi olla myös erinäisiä laatuasiakirjoja, jotka liittyvät valmistettavan tuotteiden vaatimuksiin.
3. Soveltamisjärjestys sopimusasiapapereille
4. Tuotevastuukysymykset. Tällä tarkoitetaan toimittajan vastuuta virheellisestä tuotteesta, jos virhe aiheuttaa jonkinlaisen turvallisuusriskin.
5. Hintojen ja hinnoitteluperiaatteiden sopiminen
6. Maksuehtojen sopiminen ja mahdollisista ylitöistä aiheutuvien kustannusten hoitaminen
7. Toimitusaikojen sopiminen
8. Tilauksen valvontamenettely. Tässä vaiheessa otetaan kantaa siihen, kuinka tilauksen valvonta toteutetaan. Tämän työn tapauksessa luonnollisesti toimittajan luona oli pakko käydä valvomassa töiden etenemistä ja laatua. Vaiheessa sovitaan myös, miten vastuu valvonnasta jaetaan.
9. Vaadittu laadunvarmistuksen taso. Tilastollisen seurannan avulla varmistetaan, että mahdolliset laatupoikkeamat pysyvät sallittujen rajojen sisäpuolella. Määritetään myös, mitä mittauspöytäkirjoja tai muita valvontatyökaluja tarvitaan. Tärkeää on myös määrittää, kuka on vastuussa virheellisistä tuotteista aiheutuvista reklamaatiosta.
10. NDA -sopimukset (Non-Disclosure Agreement) eli salassapitosopimukset.
11. Patenttioikeudet. Määritetään vastuussa oleva taho, jos kolmannen osapuolen patenttioikeuksia loukataan.
12. Toimitusten muutosten vaikutus toimitusaikaan ja kustannuksiin sekä koko toimitusprosessiin.
13. Tilaajan ostovelvollisuudet ylimääräisistä materiaaleista tuotteen valmistuksen päättyessä.

14. Menettely sopimuksen siirrossa kolmannelle osapuolelle.
15. Sopimuksen voimassaoloaika, purkaminen ja irtisanominen
16. Sopimuksen aiheuttamien mahdollisten riitojen ratkaiseminen
17. Yhteyshenkilöiden sopiminen ja muu käytännön toiminta sopimukseen liittyvissä asioissa
18. Sopimuksen allekirjoittaminen tilaajan ja toimittajan osalta todistajien läsnäollessa.

### 3. NYKYINEN ULKOISTAMISPROSESSI

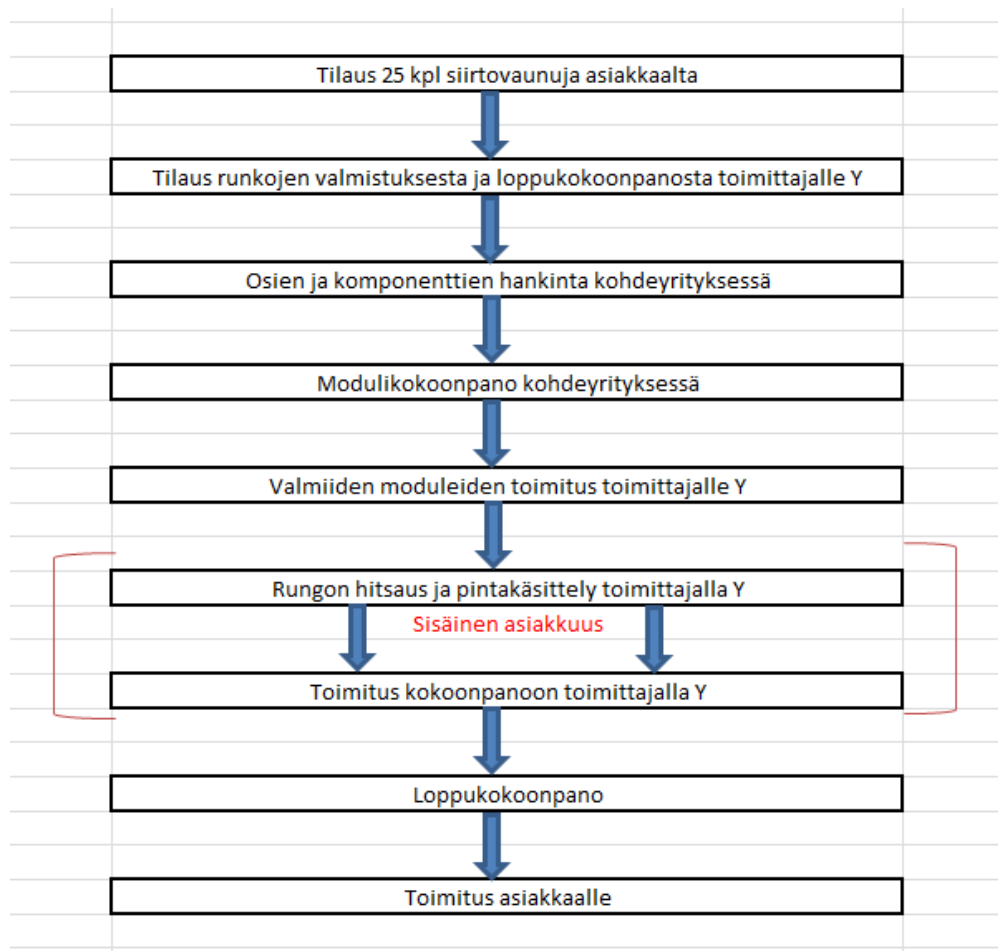
Eräs konttisatama New Jerseyssä tilasi 25 kpl vaunuja. Määrä oli jo sen verran suuri, että oli kannattavampaa siirtää loppukokoonpano Yhdysvaltoihin kuin tehdä kaikki Suomessa. Rahtikustannukset ovat iso osa kustannuksista tällaisessa projektissa, sillä vaunujen kuljetus on niiden koon ja hankalan muodon vuoksi kallista eikä vaunu mahdu esimerkiksi konttiin. Lisäksi Yhdysvalloissa valtio tarjoaa rahoitusta, jos lopputuote valmistetaan USA:ssa ja vaadittu kotimaisuusaste täyttyy. Näin ollen siis päädyttiin siihen, että vaunun teräsrungon valmistus ja vaunun loppukokoonpano toteutetaan paikallisesti Yhdysvalloissa.

Olennaista oli valita toimittaja asiakkaan läheisyydestä, jotta rahtikustannukset saadaan minimoitua. Päätös loppukokoonpanon ulkoistamisesta tukee kohdeyrityksen strategiaa levittäytyä asiakkaiden läheisyyteen ympäri maailmaa. Konseptin on tarkoitus olla siis kopioitavissa myös muualle maailmaan, esimerkiksi Aasiaan. Erityisesti konttisatamavaununprojekteissa tämä on suurten volyymien takia järkevää.

#### 3.1 Valittu tuotantokonsepti

Tässä projektissa tuotantokonseptiksi valittiin sellainen, jossa moduulikokoonpanot ja lähes kaikki siirtovaunun komponentit toimitetaan Suomesta konteissa. Rungon valmistusta ja kokoonpanoa varten etsittiin toimittaja USA:sta. Valittu toimittaja Y valmistaa tässä projektissa rungon ja tekee vaunun loppukokoonpanon. Kohdeyritys keskittyy siis tässä projektissa siirtovaunujen suunnitteluun, komponenttien hankintaan, moduuleiden valmistukseen, laivaukseen sekä laadunvalvontaan toteuttamiseen toimittajalla Y. Lisäksi kohdeyritys tekee asiakasrajapinnassa vaunujen käyttöönoton ja kouluttaa operaattorit käyttämään vaunuja.

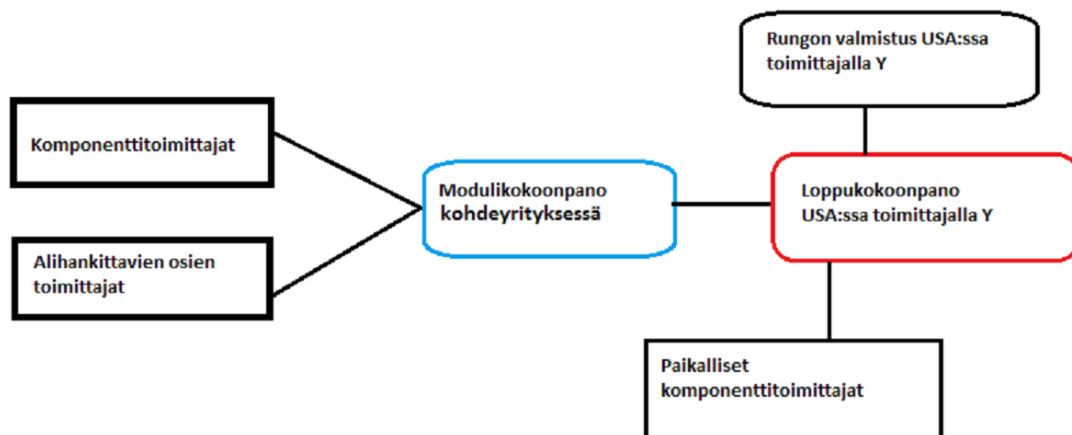
Kuvasta 15 nähdään yksinkertaistetusti projektin tilaus-toimitusprosessi. Ensimmäinen vaihe oli tietysti valita toimittaja Y, koska se on isoin ja kriittisin toimija tällaisessa projektissa. Seuraava vaihe oli osien hankinta Suomessa, jotta voidaan kokoonpanna vaunun moduulit kohdeyrityksen tiloissa. Tämän jälkeen ne ja muut siirtovaunun komponentit laivattiin toimittajalle Y. Kuva havainnollistaa myös hyvin sitä, kuinka vaunun loppukokoonpanoa voidaan ajatella rungon valmistuksen asiakkaana. Tässä on kyse siis toimittajan Y sisäisestä asiakkuudesta. Loppukokoonpanon jälkeen vaunu on valmis toimitettavaksi asiakkaalle, johon prosessi päättyy.



**Kuva 15.** Projektin tilaus-toimitusprosessi

Kuva 16 havainnollistaa, miltä valittu tuotantokonsepti näyttää tehdasrakenteen näkökulmasta. Kyseinen malli on ollut käytössä vain tässä projektissa. Vain yhden asiakkaan vaunutilaus riitti tässä tapauksessa siihen, että päädyttiin tällaiseen konseptiin. Kyseinen konsepti tarjoaa kuitenkin erinomaiset mahdollisuudet palvella useita asiakkaita, jos loppukokoonpano sijaitsee strategisesti oikealla paikalla. Tässä

tulevat esille erityisesti teoriaosuuden luvussa 2.1 esitetyt tuotantostrategian kilpailutekijät.



*Kuva 16. Tehdasrakenne tuotantokonseptin näkökulmasta*

### 3.2 Toimittaja Y

Toimittajalla Y on paljon kokemusta erilaisten konttiperävaunujen valmistuksesta. Tämä lieneekin suurin syy siihen, miksi se valittiin tähän projektiin toimittajaksi. Kohdeyritys ei voinut tässä projektissa vaikuttaa valintaan, koska sen teki konsernin ruotsalainen sisaryhtiö. Kyseinen yritys valmistaa omia tuotteitaan kahdella eri valmistuslinjalla. Näistä linjoista käytetään nimitystä valmistuslinja, koska niillä leikataan, särmätään, hitsataan, hiekkapuhalletaan, maalataan ja kokoonpannaan.

Toimittajan tehdastiloilla käyttöaste on melko korkea ja paljon tilaa siirtovaunujen valmistukseen ei ole. Vanhoissa tehdastiloissa ongelmana on myös puhtaus ja kylmyys. Siirtovaunujen rungoissa käytettävät teräslevyt ovat huomattavasti vahvempia kuin heidän omissa perävaunuissaan, joten toimittaja Y joutuu ottamaan lähes kaikki levyosat alihankintana.

Huomionarvoinen asia on, että toimittajalla on paljon kontakteja konttisatamissa ja huolitsijoissa. Tästä voi olla paljon hyötyä myynnillisesti kohdeyritykselle. Tällöin verkostoituminen on heti helpompaa, kun toimittajaa Y voi käyttää referenssinä. Perävaunujen valmistajana toimittajalla Y on myös vetotraktori, jolla viedään valmiita perävaunuja pois kokoonpanoalueelta. Tämä helpottaa myös huomattavasti siirtovaunujen käsittelyä, koska ne voidaan viedä kätevästi ulos kokoonpanoalueelta. Ilman vetotraktoria niiden käsittely olisi huomattavasti hankalampaa. Siirtovaunut joudutaan varastoimaan ulos eikä niitä voida toimittaa heti, koska projektin laadunvalvontakäytäntö ja rahdin järjestely eivät sitä mahdollista.

### 3.3 Hankinnan toteutus

Lähes kaikki Siirtovaunujen osat ja komponentit hankittiin Suomesta hyvissä ajoin, jopa ennen hankintasopimuksen tekoa. Tämä asetti omat haasteensa hankinnalle, koska kohdeyrityksen omaan loppukokoonpanoon ostettiin samanaikaisesti osia. Projektia varten hankitut osat varastoitiin normaalisti, ja se aiheutti huomattavan varaston arvonn kasvun. Tehtiin myös niin sanotusti turhaa työtä, koska osat varastoitiin omille paikoilleen. Pian kerättiin sieltä pakattavaksi uudelleen, kun niiden laivaaminen Yhdysvaltoihin lähestyi. Jotkut osat saapuivat kohdeyritykseen useissa erissä, mutta toiset saapuivat kaikki kerralla.

#### 3.3.1 Paikallisalihakinta USA:ssa

Projektin aikana ilmeni, että paikallisalihakinta on monien osien suhteen melko hankalaa, koska kyseessä on eurooppalainen tuote ja yhdysvalloissa on käytössä eri standardit. Tässä projektissa suunniteltiin hankittavan paikallisesti rungon lisäksi vain vaunun hydrauliletkut. Projektin edetessä kuitenkin ilmeni osapuutteita ja mahdollisuuksien mukaan osia yritettiin ostaa paikallisesti.

Paikallinen hankinta tapahtui siten, että joko kohdeyrityksen hankintainsinööri itse etsi mahdollisia toimittajia yhdysvalloista tai yhteistyötä tehtiin toimittajan Y ostajan kanssa. Yhteistyö paikallisen ostajan kanssa osoittautui erittäin hyödylliseksi, koska ostajan kontakteja ja verkostoja hyödyntämällä myös eurooppalaisilla standardeilla olevia osia löytyi. Komponenttien paikallisalihakinta onnistui hyvin, jos toimittaja oli kansainvälinen ja toimittajan osanumero oli tiedossa. Alihankittavien esimerkiksi koneistusta vaativien osien hankinta oli hankalampaa, sillä yhdysvaltalaisilla alihankintakonepajoilla ei välttämättä ole metrisiä työkaluja. Vaikeuksia tuotti myös, että osien piirustukset eivät olleet Yhdysvaltojen standardien mukaisia.

#### 3.3.2 Moduulikokoonpano kohdeyrityksessä

Vaunu on modulaarinen tuote ja loppukokoonpanossa valmiit moduulit liitetään osaksi vaunua. Moduulikokoonpano tehdään kohdeyrityksessä. Moduuleilla tarkoitetaan tässä tapauksessa vaunun telikokoonpanoja ja ohjaus- sekä sähkölaatikoita. Moduulikokoonpanoa ei ole järkevää siirtää muualle, koska tällöin työllistetään kohdeyrityksen työntekijöitä Suomessa. On myös hyvä asia, että kaikkea osaamista ei päästetä ulkomaailmaan. Moduulikokoonpano vaatii myös kalliita erikoistyökaluja, esimerkiksi telikokoonpanon laakerointiin, ja se on myös osasyys tuotannon pitämiseen itsellä. Kokoonpanosolut ovat hyvin suunniteltuja, joten moduulit valmistuvat niissä



nopeaa vauhtia. Tämä projekti mahdollisti isojen sarjojen valmistamisen, ja se paransi hyvin moduulikokoonpanon sujuvuutta sekä nopeutta.

Telimoduuli muodostuu käytännössä kahdesta eri alimoduulista, telistä ja telipalkeista. Telit tehdään omassa kokoonpanosolussaan ja telipalkit omassaan. Telin kokoonpanossa niin sanottu nostokehä laakeroidaan ja kääntökehään asennetaan kehälaakeri, jonka jälkeen näistä kehistä tehdään pari. Kehälaakerin välityksellä teli kiinnittyy vaunuun, ja sen avulla telien kääntö on mahdollista. Nosto- ja kääntökehän väliin asennetaan nostosylinteri. Näin mahdollistetaan puolestaan vaunun nosto- tai laskutoiminnot. Myös korkeusanturi asennetaan valmiiksi teliin. Kuvasta 17 nähdään, millaisessa solussa telejä kootaan. Kääntökehät laitetaan kuvassa näkyvän rullapöydän päälle, jossa niiden asennuksen valmistelu aloitetaan. Telit kootaan valmiiksi kuvassa näkyvien pukkien päällä. Kuvassa 15 on neljä valmista teliä.



**Kuva 17.** Telin kokoonpanosolu

Samanaikaisesti, kun telejä kootaan, kokoonpannaan myös telipalkkeja viereisessä kokoonpanosolussa. Ennen telipalkkien kasausta pyörännavat laakeroidaan ja kiinnitetään jarrulevyihin. Tämän jälkeen ne asennetaan alihankkijan toimittamiin telipalkkeihin, jonka jälkeen telipalkit ovat valmiita. Kuvasta 18 nähdään telipalkkien kokoonpanosolu. Kuvassa ensimmäisenä pukkien päällä näkyvien telipalkkien kokoonpanoa ei ole vielä aloitettu. Ohuemat akselit ovat pyöränakseleita, joihin navat jarrulevyineen kiinnitetään. Paksummat akselit puolestaan ovat telinakseleita, jotka menevät telin ison putken sisään. Yhteen teliin menee kaksi telipalkkia, yksi kummallekin puolelle.



**Kuva 18.** *Telipalkkien kokoonpanosolu*

Telit ja telipalkit yhdistetään toisiinsa solujen ulkopuolella hallinosturilla ja näin saadaan valmis telimoduuli, joka on pakkausta vaille valmis lähetettäväksi. Kuvassa 19 nähdään valmis telimoduuli, jonka massa on noin 2000 kg. Näitä telimoduuleita kokoonpantiin kohdeyrityksessä 25 kpl eli yksi jokaiseen siirtovaunuun.



**Kuva 19.** *Valmis telimoduuli*

### 3.4 Logistiikka

Moduulit ja osat piti tietysti saada jotenkin kuljetettua Yhdysvaltoihin. Tässä hyödynnettiin paikallista logistiikkayritystä Suomessa, kohdeyrityksen läheisyydessä. Moduuleiden kasauksen jälkeen ne pakattiin omille lavoilleen, sähkömoduulit omaansa ja telimoduuli omaansa. Pakkauksen teki miltei kokonaan eräs asentaja, jolla oli paljon kokemusta vaunujen kokoonpanosta. Pakkaus tehtiin luonnollisesti tuoterakenteen mukaisesti, mutta rakenteelta puuttui jotain osia, ja sen pakkaava asentaja myös oman työkokemuksensa perusteella saattoi huomata. Jonkin verran unohduksia kuitenkin sattui ja se näkyi luonnollisesti vastaanottopäässä osapuutteina. Kun lavat oli pakattu valmiiksi, valittu logistiikkayritys nouti lavat ja pakkasi ne omassa toimipisteessään leimattuihin puulaatikoihin, jotka lastattiin kontteihin ja laivaan kohti yhdysvaltoja.

Pakkauksessa hyödynnettiin paljon kameraa. Jokainen komponentteja sisältävä pahvilaatikko kuvattiin tarkasti kerroksittain, joten tiedettiin välittömästi myös valokuvien perusteella mitä laatikossa on. Tulevaisuutta ajatellen on myös helpompaa, kun laatikot voidaan pakata samalla tavalla. Tärkeää on vain estää mahdollisten pakkausvirheiden kopioiminen. Kuvassa 20 on pakattuna ohjauslaatikkomoduuili ja pahvilaatikoita, joissa on vaunun komponentteja.



*Kuva 20. Ohjauslaatikkomoduuili ja muita vaunun osia pahvilaatikoissa*



Pakkauksista tehtiin pakkauslistat Excelillä, jotka tehtiin helpottamaan laatikoiden purkua Yhdysvalloissa. Pakkauslistat oli myös numeroitu laatikoihin tehtyjen numeroiden perusteella. Tullia varten tehtiin yksinkertaistetut listat, jossa oli vain yksi nimike. Ohjauslaatikko + varustelu ja telimoduuli + varustelu. Tämä tehtiin siksi, että voidaan tullata kaikki osat vain käyttämällä kahta tullinimikettä ja tullikoodia. Tämä helpotti huomattavasti tulliasiakirjojen laatimista ja tullikustannuksia saatiin pienennettyä. Kuvasta 21 nähdään, miten moduulit on pakattu kontteihin. Alemmassa laatikossa on telikokoonpano ja ylemmässä ohjauslaatikko- ja sähkölaatikkomoduoilit. Ajatuksena on, että yhden vaunun osat tulevat aina kerralla kontista ulos. 20-jalkaiseen merikonttiin mahtui neljän vaunun osat ja 40-jalkaiseen seitsemän vaunun osat. Käytössä oli kolme 40-jalkaista ja yksi 20-jalkainen kontti, jotka kohdeyritys osti käytettyinä itselleen. Kontit myytiin pois määränpäässä. Tästä syystä kontin ostaminen oli huomattavasti kannattavampaa kuin vuokraaminen.



**Kuva 21.** Konttiin pakatut moduulit puulaatikoissa

Tulevissa projekteissa tavaroiden pakkaus ja lähetys on jo huomattavasti helpompaa, kun se on jo kertaalleen tehty ja dokumentoitu. Vaunumalli voi vaihtua isommaksi eli kaksiteliseksi, jolloin vaihtuu myös osien määrä. Tuotteen modulaarisuus kuitenkin helpottaa sen verran, että samoja osia käytetään mutta niitä tarvitaan vain enemmän.

### 3.5 Rungon hitsaus

Rungon hitsaus on työläs prosessi, ja toimittajalla Y se kestää noin viikon. Hitsauksessa hitsataan kahta vaunua samanaikaisesti. Hitsausta voidaan ajatella eri moduulien liittämisenä yhteen. Rungon muodostavat käytännössä kolme moduulia, jotka ovat hanhenkaula, eturunko, keskirunko ja perärunko. Kuvasta 22 voidaan nähdä vaihe 7b, jossa hanhenkaula liitetään osaksi rungon keskiputkea. Kuvasta 23 nähdään, miten rungon hitsaus aloitetaan jigin päällä.



**Kuva 22.** Vaihe 7b, eli Hanhenkaulan liittäminen keskiputkeen

Rungon hitsaus koostuu kohdeyrityksen hankintainsinöörin mukaan yksinkertaistetusti seuraavista vaiheista:

1. Levyjen leikkaus (toimittaja Y ulkoistanut)
2. Levyjen taivutus (toimittaja Y ulkoistanut)
3. Keskirunko (toimittaja Y ulkoistanut)
4. Hanhenkaulan hitsauskokoonpano
5. Eturungon hitsauskokoonpano
6. Perärungon hitsauskokoonpano
7. Loppukokoonpanohitsaus
  - a. Heftaus ja mallailu
  - b. Hanhenkaulan ja keskiputken liittäminen
  - c. Keskirungon liittäminen
  - d. Perärungon liittäminen
  - e. Sähköputkien hitsaus
  - f. Hydrauliputkien kannakkeiden hitsaus
  - g. Rungon yleinen siistintä ja saumojen hionta



**Kuva 23.** Rungon hitsauksen aloitus jigin avulla

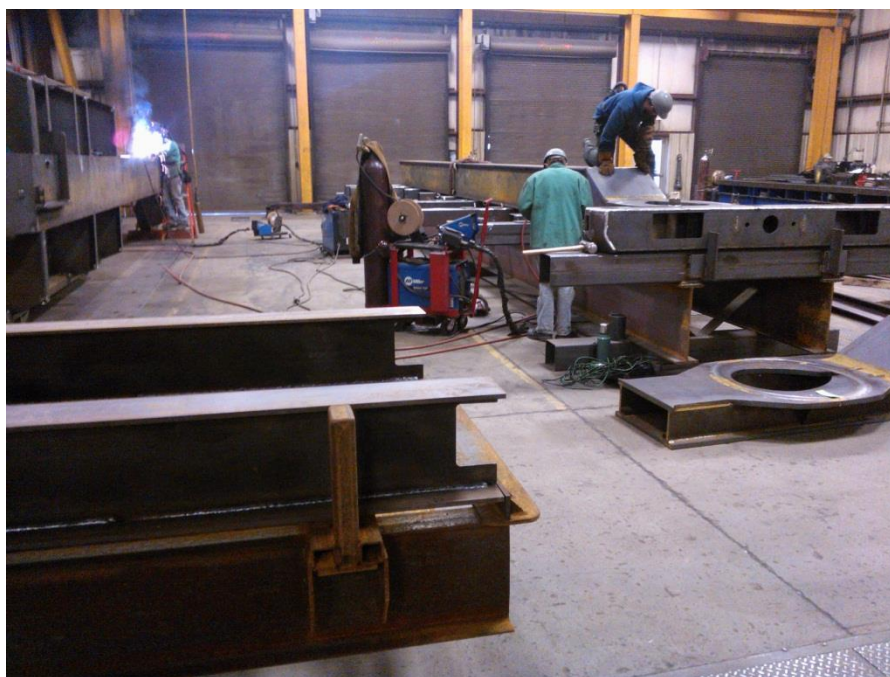
Aiemmin listattujen työvaiheiden jälkeen runko on siinä vaiheessa, että se on valmis hiekkapuhallukseen. Hiekkapuhallus tapahtuu yrityksen toisen tuotantolinjan hiekkapuhallushuoneessa. Itse operaatio kestää noin tunnin verran. Puhalluksen jälkeen siistitään jälleen hitsausta. Tällöin on mahdollista nähdä parhaiten hitsausvirheet. Hitsausvirheet merkitään ja korjataan, jonka jälkeen puhalletaan korjatut paikat uudestaan. Tämän jälkeen vaunu on valmis maalattavaksi.

Eräs suuri ongelma hitsauspaikalla on, että lämpötila siellä saattaa pudota hyvin alas, jos yöt ovat kylmiä. Kylmän teräksen hitsaaminen puolestaan saattaa aiheuttaa saumojen halkeamisia. Ongelmallista on myös, että tasaisen laadun tuottaminen näyttää olevan hitsareille hankalaa ja paljon korjauksia joudutaan tekemään vielä kokoonpanopaikalla, koska hitsauksen laadunvalvoja ei ole huomannut hitsausvirheitä. Eri hitsareiden välillä laatuvaihtelut ovat myös melko suuria. Esimerkiksi vaunun toinen kylki saattaa olla täydellistä, mutta toisella kyljellä joudutaan korjaamaan useita saumojia. Hitsausluokkana siirtovaunussa on C eli silmämääräinen tarkastus. Silmämääräinen tarkastus ei kuitenkaan paljasta kuin osan hitsausvirheistä. Sauman sisäisestä laadusta on vaikeaa olla varma, koska sen sisälle ei voi nähdä.



### 3.5.1 Hitsauspaikan layout

Hitsaus tehdään myös paikkakokoonpanona. Kokoonpanopaikkoja on kaksi, joista toisella hitsataan ne hitsaukset, joita tarvitsee tehdä, kun runko on ylösalaisin. Siinä on myös jigi, jota hyödynnetään esimerkiksi hanhenkaulan ja keskiputken liittämässä. Toisella paikalla puolestaan vaunu on oikein päin. Siinä paikalla tehdään hitsaukset vaunun ollessa kyljellään ja oikein päin. Myös viimeistelyhitsaus tehdään tällä paikalla. Toimittajan Y hitsaamat moduulit kokoonpanohitsataan kokoonpanohitsauspaikkojen läheisyydessä sellaisessa paikassa, jossa on tilaa. Alihankinnasta valmiina tuleva keskirunko tuodaan kokoonpanopaikalle, kun sen liittäminen osaksi vaunun runkoa lähestyy. Kuvasta 24 nähdään, miten kahta runkoa hitsataan samanaikaisesti. Kuvan oikeassa alalaidassa näkyy myös irrallinen keskirunko, joka liitetään osaksi vaunun runkoa. Keskirungossa on koneistettu ympyrän muotoinen alue, johon telimoduuli kiinnitetään kehälaakerin avulla.

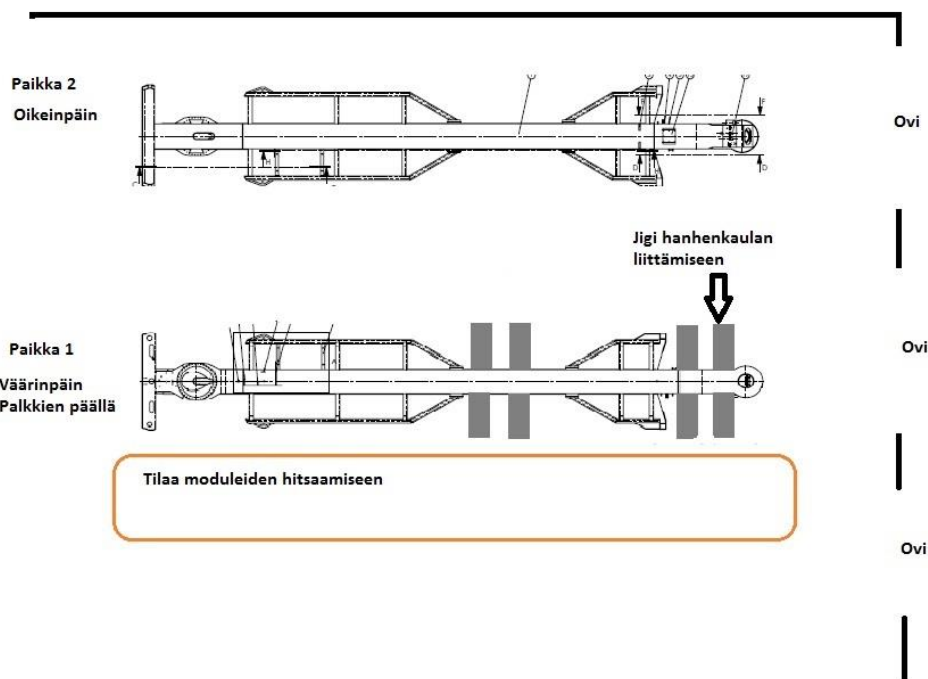


*Kuva 24. Hitsauspaikat*

Hitsauskokoonpano voidaan tavallaan ajatella myös kaksipaikkaisena tuotantolinjana. Kuvassa 24 on nähtävissä paikka 1 ja 2. Paikalla 1 on käytössä jigi, jonka päällä rungon hitsaus aloitetaan kappaleessa 3.6 mainitun keskiputken kasaamisella. Paikalla 1 runko on ylösalaisin. Sitä ei enää tämän jälkeen käännetä, joten kaikki mahdollinen rungon alapuolelta hitsataan. Rungon hitsauksen edetessä se siirretään nosturilla paikalle 2 vaadittavia loppuhitsauksia varten. Näin ollen paikka 1 vapautuu ja siinä voidaan



aloittaa uuden rungon hitsaus. Hitsaus ei muuten pysty ruokkimaan kokoonpanoa riittävän nopeasti, koska kokoonpano tarvitsee yhden rungon viikossa. Rungon hitsaus kestää toisin sanoen siis tuplasti niin pitkään kuin loppukokoonpano. Kuvasta 25 nähdään vielä piirretty versio hitsauskokoonpanon layoutista. Vaunun osat tuodaan sisälle ovista, joista myös valmis vaunu viedään lavetilla ulos hallista ja siirretään hiekkapuhalluspaikalle viereiseen halliin.



*Kuva 25. Hitsauspaikan layout*

### 3.5.2 Koulutus

Rungon hitsauksen kouluttaminen toteutettiin siten, että paikalla oli hankintainsinööri ja kohdeyrityksen suomalaisen runkotoimittajan hitsausasiantuntija. Perehdytys rungon hitsaukseen kesti noin 4 viikkoa. Koulutuksesta ei ollut kirjallista suunnitelmaa, mutta koulutuksen tarkoitus oli perehtyä siihen, miten tällaisen siirtovaunun runko hitsataan kasaan. Hitsausasiantuntijan mukaan koulutus jouduttiin kuitenkin aloittamaan täysin ruohonjuuritasolta, esimerkiksi siitä, miten hitsauspilliä pidellään kädessä. Voidaan siis sanoa, että hitsareiden pohjatiedot hitsaamisesta olivat paljon odotettua alhaisemmat. Siirtovaunu on huomattavasti vahvempaa terästä kuin toimittajan omat perävaunut ja hitsareilla ei ollut juurikaan kokemusta vahvempien teräslevyjen liittämisestä. Rungossa on myös useita melko vaativia hitsausseamoja, jotka pitää hitsata tietyllä tavalla. Muuten näistä saumoista ei tule tarpeeksi lujia.

Koulutuksessa opetettiin rungon kasaajajärjestys sekä alikokoonpanojen hitsaus. Ilman tätä opetusta paikalliset hitsarit olisivat hitsanneet vaunun heti kasaamatta hanhenkaulaa ja muita osia etukäteen. Lopputulos olisi tällä toiminnalla ollut erittäin huono. Hitsausasennot olivat myös koulutuksen keskeinen osa. Runko pitää hitsata oikeissa asennoissa, jotta saumoista tulee pitäviä ja hyviä. Erityishuomioita kiinnitettiin myös saumojen siisteyteen ja oikeilla arvoilla hitsaamiseen. Hitsausasiantuntija tarkasti myös, että saumojen a-mitat ovat kuvien mukaisia.

Laadunvalvonta -vierailujen perusteella voidaan sanoa, että hitsauksen koulutus on onnistunut hyvin. 4 viikkoa on lyhyt aika kouluttamiseen erityisesti, kun se jouduttiin aloittamaan hitsauksen perusteista. Oppimiskäyrän mukaista oppimista on selkeästi tapahtunut. Hitsausporukka oli pysynyt läpi projektin ensimmäisen puoliskon miltei samana, jonka jälkeen tapahtui pieniä muutoksia ja samalla tiedonkulkuun tuli katkoksia.

### 3.6 Loppukokoonpanon vaiheet

Kyseisen vaunumallin loppukokoonpano kestää toimittajalla noin kolme 10-tuntista työpäivää. Loppukokoonpanon työsisältö koostuu hydraulikka-, mekaniikka- ja sähköasennuksista. Asentajilta siis vaaditaan monipuolista kokemusta, ja heidän tulee osata lukea hydraulik- sekä sähkökaavioita. Vaunun loppukokoonpano ei juurikaan vaadi erikoistyökaluja. Yhdysvalloissa toki ongelmallista on metristen työkalujen heikohko saatavuus. Nosturikapasiteettia tarvitaan rungon kääntelyssä, telimoduulin ja ohjauslaattikomoduulin asennuksessa sekä valmiin vaunun lastaamisessa rekan lavetille toimitusta varten. Rungon kääntely on pakollista, koska esimerkiksi telin asennus ei muuten onnistu. Vaunu pitää tässä layoutissa kääntää kaksi kertaa myös vaakasuunnassa, koska testikoneikko pitää pystyä kytkemään kiinni vaunuun. Toisen kerran vaunu käännetään hanhenkaula kohti nosto-ovea, kun se ajetaan vetotraktorilla ulos. Valmis vaunu painaa noin 10000 kg. LTH-50 vaunun loppukokoonpano koostuu seuraavista vaiheista, työvaiheen fontti on lihavoitu, jos nosturia tarvitsee käyttää:

- 1. Rungon nosto pois lavetilta ja kääntö ylösalaisin**
2. Keskusvoitelun valmistelu (telin voitelu)
3. Johtosarjojen vetäminen rungon putkiin
4. Hydrauliputkien asennus
5. Takavalojen ja takapään antureiden asennus
- 6. Telikokoonpanon asennus**
7. Nostosylinterin letkutus
- 8. Renkaiden asennus**
9. Ohjaussylinterin asennus
10. **Vetolevyn asennus** (tehdään käsin nosturin puutteen vuoksi)
11. Paikkamaalaus tarvittaessa
- 12. Vaunun kääntö oikeinpäin, pyöräytys ympäri myös vaakasuunnassa**

### **13. Ohjauslaatikon asennus**

14. Hanhenkaulan sähkölaatikon asennus
15. Hanhenkaulan anturin asennus
16. Johtosarjojen kytkentä sähkölaatikoihin
17. Voitelupumpun asennus
18. Majakan asennus
19. Hanhenkaulan hydrauliputkien ja painesuodattimen asennus
20. Letkutelineen ja jarruliitintelineen asennus
21. Hydrauliväliletkujen kytkentä koneikkoon ja sähkövälikaapeli testilaitteeseen
22. Antureiden kalibrointi
23. Tarrojen ja teippien liimaus
24. Paikkamaalaus tarvittaessa

### **25. Vaunun lopputestaus tarkastuslistan mukaisesti (nosturia tarvitaan esimerkiksi vaunun korkeusantureiden kalibroinnissa)**

26. Noston lukituksen asennus (tarvittaessa myös käynnön lukitus)
27. Vaunu kuljetuskuntoon

### **28. Nosto lavetille**

Vaiheet 1-11 kestää noin yhden työpäivän ajan. Loppuun asennukseen eli vaiheisiin 12-20 menee toinen päivä ja testaus kestää noin puoli päivää. Tämä aikataulu pätee melko hyvin, jos kokoonpanossa työskentelee kolme henkilöä ja vastoinikäymisiä asennuksessa ei tule. Kuvasta 26 nähdään telimoduulin asennus vaunun runkoon. Työvaihe on vaativa, mutta apuna käytetään esimerkiksi ohjaintappeja, jolla kehälaakeri saadaan kohdistettua oikealle paikalleen.



**Kuva 26.** Vaihe 6, eli telimoduulin asennus vaunun runkoon

Kuvassa 27 on lähes valmis vaunu, jossa johtosarjat kytketään vielä sähkölaatikoihin ja tarrat laitetaan paikalleen. Tämän jälkeen vaunu kytketään hydraulikoneikkoon ja lopputestaus alkaa.



*Kuva 27. Lähes valmis vaunu*

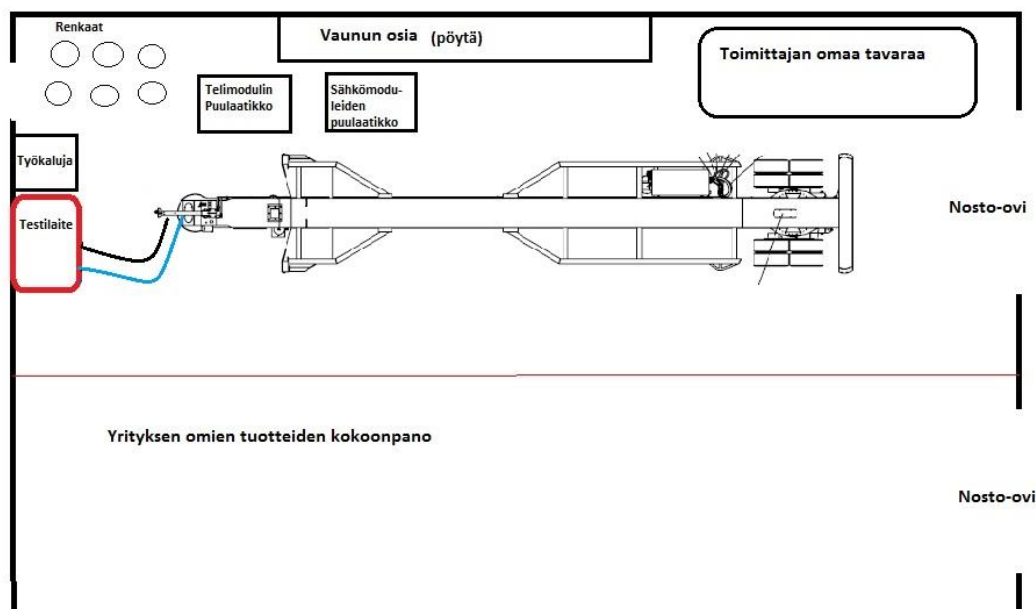
### 3.6.1 Kokoonpanon layout

Kokoonpanossa layoutina on paikkakokoonpano. Vaunu tehdään samassa paikassa alusta loppuun. Paikkakokoonpano valittiin, koska pitkän ja suurikokoisen vaunun siirtely on hankalaa. Tilanpuutteesta johtuen vain yhtä vaunua voidaan kokoonpanna kerrallaan. Projekti olisi edennyt huomattavasti nopeammin, jos kaksi vaunua olisi ollut samaan aikaan työn alla.

Siirtovaunujen osat ja moduulit tuodaan halliin puulaatikoissa, joihin ne pakattiin lähtöpaikassa kohdeyrityksessä. Puulaatikot tuodaan yleensä sisälle jo ennen kuin runko tuodaan kokoonpanoon. Asentajat valmistelevalle jo tällöin loppukokoonpanon aloitusta ja nostavat osia kuvassa näkyvälle pöydälle, joka on tarkoitettu vain vaunun osille.

Kuvasta 28 nähdään, että vaunun etupuolella sijaitsee työkalupöytä ja testilaitte. Testilaitte koostuu hydraulikoneikosta ja kytkentäkotelosta, jolla voidaan simuloida vetotaktorin toimintaa. Kokoonpanopaikalla on myös lattialla valmiina renkaiden, joten ne voidaan helposti ottaa pinoista ja asentaa paikalleen. Kuva kertoo myös heti sen, että tilaa ei ole paljon, koska halli on alun perin suunniteltu vain yrityksen omien tuotteiden valmistamiseen. Ongelmana on myös nosturikapasiteetin riittämättömyys. Nosturia

tarvitaan jatkuvasti toimittajan omassa kokoonpanossa ja sitä on välillä vaikeaa saada käyttöön vaunut tuotantoon. Nosturin puuttuminen aiheuttaa sen, että asentajat tekevät vaarallisia työtehtäviä käsin. Esimerkiksi vetolevyn asennuksessa on selkeästi vaarana, että sormet jäävät puristuksiin rungon ja vetolevyn väliin.



Kuva 28. Kokoonpanopaikan layout

### 3.6.2 Koulutus

Kokoonpanoa varten kouluttaminen toimittajalla Y toteutettiin siten, että paikalla oli hankintainsinööri ja kokenut asentaja kohdeyrityksestä. Asentaja saapui paikalle, kun ensimmäinen runko oli valmistunut hitsauksesta ja pintakäsittelystä. Koulutuksen kesto oli noin 4 viikkoa, ja sinä aikana saatiin valmiiksi kaksi vaunua. Näistä jälkimmäinen oli kokonaan paikallisten asentajien tekemä ilman ylimääräistä avustusta. Varsinaista koulutus- ja perehdytysuunnitelmaa ei ollut laadittu. Etuna koulutuksessa oli se, että kokoonpanoprosessi oli hallinnassa kohdeyrityksen omissa tiloissa, joten kouluttajan tarvitsi vain soveltaa osaamistaan erilaisiin tuotantotiloihin ja siirtää tietoa kolmannelle osapuolelle.

Kouluttava asentaja kokoonpani ensimmäisen rungon yhdessä asentajien kanssa, jolloin hyödynnettiin paljon valokuvia vanhoista vaunuista erityisesti kaapelien vetämisessä ja keskusrasvausjärjestelmän teossa. Ensimmäisen rungon tekeminen kesti noin 1,5-2 viikkoa. Kokoonpanoa hidasti erityisesti se, että hitsausvirheitä jouduttiin vielä asennuspaikalla korjaamaan erittäin paljon. Koulutuksessa oli erityisen tärkeää saada siirrettyä niin sanottu asennuksen hiljainen tieto. Tällaista tietoa on juurikin esimerkiksi kaapeleiden reititykset. Laatikoiden pakkaamisessa oli pyritty siihen, että yhdessä pahvilaatikossa olisi aina yhteen osakokoonpanoon tarvittavat osat. Näin ollen

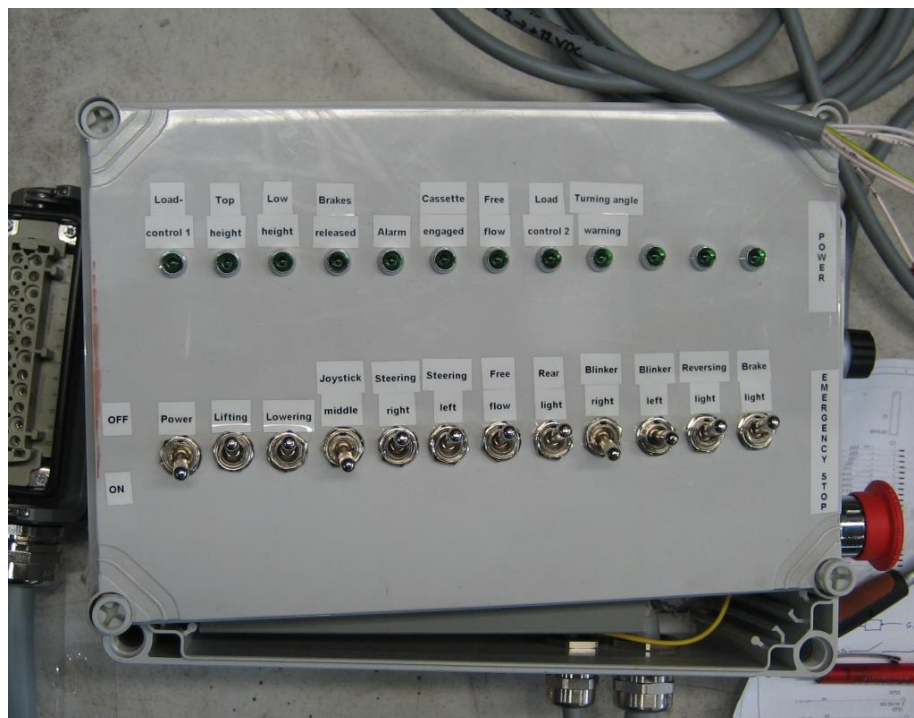


kouluttavalle asentajalle oli mukavaa opettaa kokoonpanoa, kun osat löytyivät samasta paikasta. Vaunun lopputestauksen koulutus tehtiin kohdeyrityksen siihen laatiman ohjeen mukaan. Asentajien vianhakutaitoja kouluttaja testasi aiheuttamalla vaunuun jonkin vian, joka asentajien piti löytää.

### 3.6.3 Testaus ja lopputarkastus

Vaunun testaus alkaa, kun vaunun kokoonpano on saatu päätökseen. Testaukseen tehtiin tätä projektia varten englanninkielinen ohje, jota asentajat noudattivat. Testauksessa olennainen asia on myös tarkastuspöytäkirja. Se on yksilöllinen dokumentti vaunutyypistä riippuen, koska asiakasräätälöinnin takia vaunuissa on paljon valittavia optioita ja lisävarusteita. Dokumentin avulla varmistetaan, että kaikki testauksessa vaadittavat asiat tulee varmasti tehtyä. Ensimmäisenä kalibroidaan vaunussa olevat anturit, joiden avulla ohjataan telin kääntö- ja nostotoimintoja. Tämän jälkeen käydään läpi ja testataan tarkastuslistan avulla kaikki siinä mainitut kohteet.

Testilaitteen kytkentäkotelo tehtiin ennen kokoonpanon alkua kohdeyrityksen tiloissa. Laite on vain tätä projektia varten rakennettu, ja siitä tehtiin toiminnaltaan täysin asiakkaan vetotraktoria vastaava. Näin voidaan todentaa vaunun toiminta eikä vaunu pääse lähtemään viallisena asiakkaalle. Hydraulikoneikko ostettiin paikallisesti kohdeyrityksen automaatio suunnittelijoiden tekemän hydraulikaavion perusteella. Kuvasta 29 nähdään testilaitteen ominaisuudet. Laitteen napeilla todetaan esimerkiksi, noston, laskun, ohjauksen ja valojen toiminta. Laitteen merkkivalot ovat myös samat kuin traktorin hytissä. Niiden avulla testataan, että traktori todella vastaanottaa vaunun lähettämät signaalit.



*Kuva 29. Siirtovaunun testilaitte*

Testauksessa huonoa oli se, että testauspöytäkirjassa oli jonkin verran virheitä ja esimerkiksi vaunun korkeuden kalibrointia varten tarvittavat mitat pöytäkirjassa olivat millimetreissä. Tämä tuotti vaikeuksia, koska asentajilla oli käytössä vain tuumamitta. Näin ollen jouduttiin tekemään turhia yksikkömuunnoksia. Toinen vaihtoehto olisi ollut mitan hankkiminen, jossa on nähtävissä molemmat mittajärjestelmät.

### **3.6.4 Laadunvalvonnan toteutus**

Tällaisessa projektissa laadunvalvonta on hyvin keskeisessä roolissa. Tässä projektissa laadunvalvontaa toteutettiin monilla eri keinoilla. Pitkän etäisyyden vuoksi paljon tehtiin internetin välityksellä, mutta paljon vastuuta annettiin ja siirrettiin toimittajalle. Projektin alkuvaiheissa kohdeyrityksen edustajat olivat tietysti koko ajan läsnä. Heidän poistuttua paikalta laadunvarmistusta toteutettiin muun muassa Skype -palaverien ja Excel -muodossa olevien rungon mittauspöytäkirjojen avulla. Tämä mittauspöytäkirja on liitteessä H. Kyseinen mittauspöytäkirja olisi vastaavissa tulevilla projekteissa tarkoitus korvata liitteessä F esitetyillä graafisilla kuvaajilla, jotka on esitelty luvussa 4.11.

Yhtään vaunua ei kuitenkaan toimitettu ilman kohdeyrityksen hyväksyntää, vaan paikalle saapui yrityksen edustaja tarkastamaan vaunut. Tämä toteutettiin siten, että toimittaja teki viisi vaunua valmiiksi, jolloin niitä tultiin tarkastamaan. Siirtovaunun laaduntarkastusprosessi on esitetty liitteessä A. Tämä prosessi kehittyi laadunvalvontakäyntien aikana, joiden perusteella kyseinen muistilappu laadittiin. Prosessia seuraamalla kaikki olennaiset asiat tulee varmasti tarkastettua. Kyseinen prosessi toimii hyvin siinä vaiheessa, kun asentajat hallitsevat hyvin vaunun kokoonpano- ja testausprosessin. Asentajiin tulee myös voida luottaa, että he eivät hyväksy asioita pöytäkirjassa ilman perusteita.

Laadunvalvontakäynneillä ilmeni, että hitsauksesta pääsee helposti huonoa laatua läpi kokoonpanopaikalle. Vaunu tarkastetaan useaan kertaan, ennen hiekkapuhallusta, ja sen jälkeen mutta silti korjauksia joudutaan tekemään vielä maalattuun runkoon kokoonpanopaikalla. Runko käännetään kokoonpanon alkuvaiheessa ylösalaisin, jolloin paljastuu uusia hitsausvirheitä.

## **3.7 Loppupalaveri toimittajalla Y**

Projektin loppuvaiheessa pidettiin palaveri toimittajalla Y projektin palautteen keräämiseksi ja vastaavasti palautetta annettiin toimittajan Y toiminnasta. Toimittaja vaikutti olevan erittäin tyytyväinen projektiin ja palaute oli ainoastaan positiivista. Käytetty valmistusdokumentaatio ja kokoonpanokuvat olivat hyviä. Toimittajan

laadunvalvojan mielestä laadunvalvonnassa käytetty mittauspöytäkirja oli hyvä, vaikka ei ollutkaan visuaalinen. Asentajat olivat tyytyväisiä vaunun kokoonpantavuuteen ja testausprosessiin. Vastaavasti kohdeyrityksen puolesta annettiin paljon positiivista palautetta. Ainoa negatiivinen asia oli hitsaajien ammattitaidon puute, ja sen vaikutus tuotelaatuun. Myös työssä mainitun mahdollisen vetopään tasomaisuusongelman juurisyy selvisi palaverissa. Projektin alkupuoliskolla hanhenkauloja hitsasi yksi henkilö, joka ei tehnyt muuta. Projektin puolivälin tienoilla tämä henkilö kuitenkin lähti muualle. Tästä johtuen hanhenkaulan hitsaukseen rungon hitsauksesta joku, joka hitsasi hanhenkauloja ikään kuin täytetyönä. Ongelmana oli siis, että valmistuksen aikataulua ei muutettu ja tuota hanhenkaulan hitsaajaa ei koskaan korvattu. Näin ollen siis muilla hitsareilla oli kiire tehdä runko valmiiksi ja myös asiantuntemusta hanhenkaulan hitsauksesta puuttui. Tämä romahdutti tarkkuutta vaativan työn laadun eli tässä tapauksessa vetopään valmistuksen.

### **3.8 Siirtovaunujen käyttöönotto loppuasiakkaalla**

Vaunun käyttöönotto loppuasiakkaalla kuului kohdeyrityksen tehtäviin. Käyttöönotossa tehdään hieman asennustyötä, varmistetaan vaunun toiminta traktorin avulla ja luovutetaan vaunut asiakkaalle. Tämän vaiheen jälkeen myös vastuu mahdollisista takuu- ja korjausasioista siirtyy toimittajalta Y kohdeyritykselle, koska kyseessä on kohdeyrityksen tuote. Käyttöönotto toteutettiin liitteessä G olevan tarkastuslistan avulla. Tarkastuslistaa käytettiin, jotta kaikki vaaditut asiat muistetaan varmasti tehdä käyttöönotossa. Lista käytiin läpi vaunu kerrallaan ja listaan merkittiin x suorituserkinnäksi. Asiakas vaikutti olevan erittäin innostunut tuotteesta ja oli myös laatuun tyytyväinen. Vaikuttaa siltä, että tuote on täyttänyt myös alitajuntaisia odotuksia.



## **4. TOIMINTAMALLI LOPPUKOKOONPANON ULKOISTAMISEEN**

Työn teoriaosuuden ja nykyisen ulkoistamisprosessin pohjalta tuloksena on syntynyt toimintamalli, jota on tarkoitus hyödyntää tulevilla konttisatamavaunuprojekteissa. Toimintamalli ottaa kantaa ulkoistamisen prosessiin alkaen strategisen tason päätöksistä päättyen tehtaan lattiatasolle. Toimintamalli perustuu projektiin Pohjois-Amerikassa, joten varsinaista empiiristä tietoa on vain sieltä. Malli on myös sovellettavissa vastaaviin projekteihin esimerkiksi Aasiassa. Malli on tehty hieman isommalle volyymille, joka on noin 50 siirtovaunua. Tarkoituksena on myös havainnollistaa, mitkä parametrit prosessissa muuttuu, kun siirtovaunujen määrää kasvatetaan.

### **4.1 Ulkoistamisprosessin aikataulu**

Aikataulun laatiminen tällaiselle prosessille on erittäin haastavaa, koska prosessissa on mukana niin paljon erilaisia muuttujia. Prosessin kulusta ja kriittisistä vaiheista on kuitenkin syytä tehdä suuntaa antava aikataulu, jotta prosessista saadaan jonkinlainen kokonaiskuva. Aikataulu luo myös hyvän mielikuvan siitä, mitkä vaiheet vievät eniten aikaa prosessissa. Aikataulu on esitetty liitteessä I.

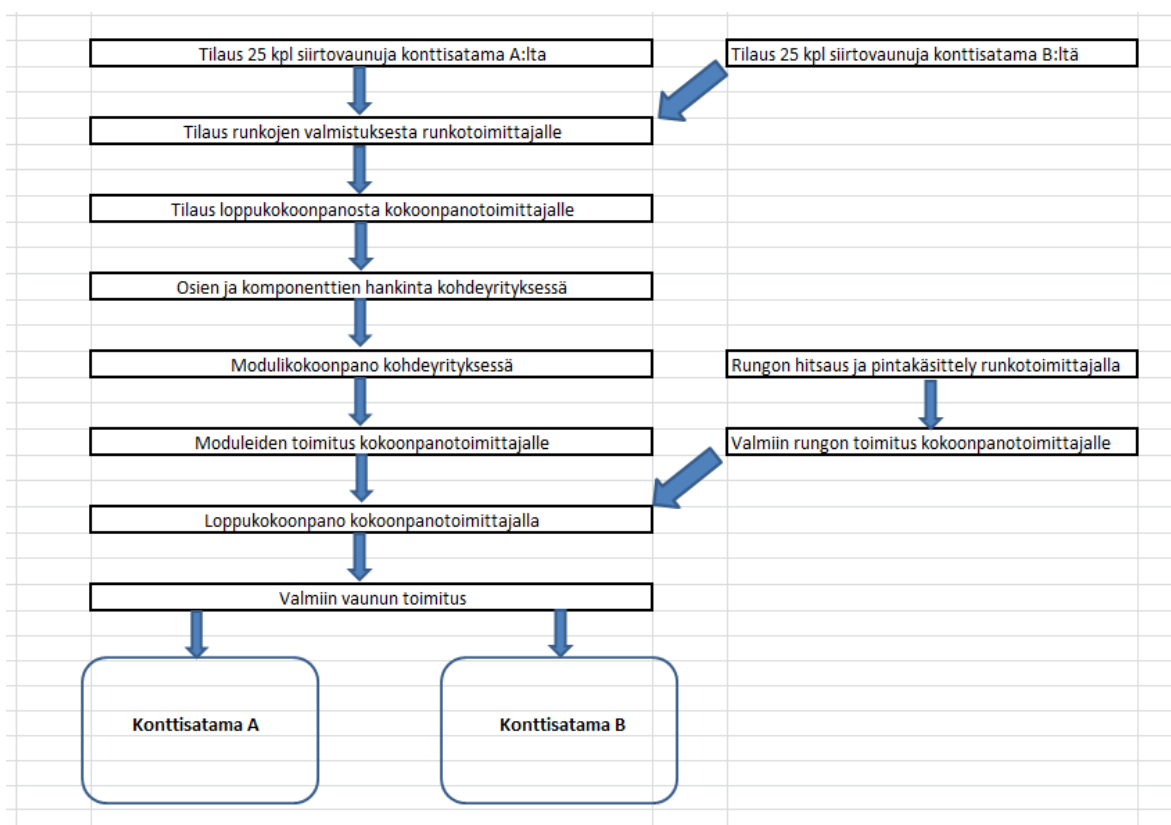
Kokonaisuudessaan prosessin kesto olisi siis noin yksi vuosi. Tässä työssä esitelty projekti Yhdysvalloissa kesti myös noin vuoden, vaikka vaunuja olikin puolet vähemmän. Tässä ehdotetussa järjestelyssä tuotannosta menisi kuitenkin kaksinkertainen määrä vaunuja läpi, joka pienentää koko prosessin kestoa huomattavasti.

### **4.2 Tuotantokonseptin valinta ja määrittely**

Tuotantokonseptia kannattaa muuttaa nykyisestä siten, että rungon hitsaus tehdään eri toimittajalla kuin loppukokoonpano. Hajauttamalla valmistusta prosessia on helpompi kokonaisuudessaan hallita. Kyseessä on vaativa tuote ja siksi kannattaakin valita hitsaukseen ja kokoonpanoon niihin erikoistuneet toimittajat. Tällaisessa konseptissa täytyy kuitenkin erityisesti huolehtia siitä, että runkotoimittaja toimittaa kerralla kunnollisen rungon loppukokoonpanoon. Nykyisessä projektissa rungon hitsaus oli samassa rakennuksessa, joten korjaustoimenpiteet tultiin tekemään välittömästi virheiden löydyttyä. Nyt vastuu laadusta jakautuu kahdelle eri toimittajalle ja näin ollen huolellinen hankintasopimuksen laadinta onkin tärkeää, jotta vastuista ei jää

epäselvyyksiä. Tällainen tuotantokonsepti asettaa haasteita laadunvarmistuksessa kohdeyritykselle, eli työn tilaajalle. Näin ollen laadunvarmistuksen dokumenttien tulee siis olla sellaisia, että ne tuottavat olennaista ja helposti arvioitavissa olevaa dataa.

Malli on suunniteltu 50 vaunulle, mutta vaunujen loppuasiakkaan ei välttämättä tarvitse olla sama. Konsepti on tässä mielessä siis hyvinkin joustava, jos vaunumalli pysyy samana. Strategisesti oikein valitulla sijainnilla mahdollistetaan sujuva jakelu kahdellekin eri loppuasiakkaalle. Kuvasta 30 nähdään tämän konseptin tilaus-toimitusprosessi, jossa on siis nyt kaksi haaraa kahden loppuasiakkaan ja toimittajan vuoksi.



**Kuva 30.** Tilaus-toimitusprosessi kahdelle eri loppuasiakkaalle valitun tuotantokonseptin tapauksessa

### 4.3 Toimittajan valintakriteerit

Toimittajan valinnassa edetään teoriaosuuden luvussa 2.7.5 esitellyn ulkoistusprosessin mukaisesti ja valintaprosessissa hyödynnetään teoriaosuudessa esiteltyjä menetelmiä. Menetelmät tarjoavat hyvää tukea erityisesti yrityksen strategiaan pohjautuviin valintoihin. Valintoja tehdessä kuitenkin iso painoarvo on nykyisestä projektista hankitulla kokemuksilla perustuvalla tiedolla. Toimittajavalintojen tulee siis tukea yrityksen strategiaa esimerkiksi sijaintiin liittyen ja samalla mahdollistaa sujuva siirtovaunujen valmistusprosessi. Strategisen tason valinnat tehdään yrityksen

johtoryhmän ja hankintaosaston kesken, ja siinä hyödynnetään myös ulkopuolisia tahoja, esimerkiksi tutkimusten tai haastattelujen kautta. Muiden yritysten kokemuksista kannattaa myös luonnollisesti ottaa oppia.

Itse konkreettiset valinnat voidaan tehdä pohjautuen toimittajavierailuihin, joiden tarkoitus on varmistaa kyvykkyys tuotteiden valmistamiseen toimittajan fyysisten ominaisuuksien suhteen. Toimittajavierailulla tulee olla siis mukana ainakin yksi henkilö, joka tuntee siirtovaunun valmistusprosessin. Näin varmistutaan, että vaunun valmistus esimerkiksi nosturikapasiteetin puitteissa on ylipäättään mahdollista. Prosessin tunteva henkilö osaa myös hahmotella päässään valmistuspaikan ja -tavan tehtaan lattiatasolla. Toinen tärkeä läsnäolija toimittajavierailulla on henkilö, joka ymmärtää laadunvalvontatyökaluista. Tällöin voidaan selvittää, mitä toimittajalla jo olemassa olevia laatutyökaluja voidaan hyvin hyödyntää siirtovaunun valmistusprosessin laadunvalvonnassa. Ihannetilanteessahan kohdeyritys ulkoistaa ison osan laadunvalvonnasta toimittajalle, jolloin säästetään paljon aikaa ja resursseja. Valintoja tehdessä on tärkeää huomioida logistiikkaketju erityisesti runko- ja kokoonpanotoimittajan välillä mutta myös kokoonpanotoimittajan ja asiakkaan välillä. Kitkattomasti toimivalla logistiikalla varmistetaan, että rungot pääsevät oikeaan aikaan kokoonpanotoimittajalle ja sieltä asiakkaille.

### **4.3.1 Runkotoimittaja**

Runkotoimittajaa valittaessa olisi hyvä löytää sellainen toimittaja, joka pystyy itse tekemään levytyöt, jolloin niitä ei tarvitse ottaa ulkopuolelta. Mitä enemmän toimittaja ulkoistaa, sitä suurempi on riski, että osat eivät ole ajoissa hitsauspaikalla. Toki toimittaja voi tiedostaa sen itse, että ulkoisen toimittajan käyttäminen esimerkiksi laadun näkökulmasta on järkevämpää. Monipuolinen konekanta toimittajalla mahdollistaisi esimerkiksi keskirungon koneistamisen. Toimittajaa valittaessa kannattaa kiinnittää huomiota myös työntekijöiden ammattitaitoon ja kartoittaa hitsaajien pohjatietoja tulevaa rungon hitsauskoulutusta varten. Tästäkin syystä kannattaa etsiä toimittaja, joka on tottunut käsittelemään paksumpaa levyä tuotannossaan. Paksumpi levy käyttäytyy eri tavalla, ja sen hitsaamisessa pitää kiinnittää eri asioihin huomiota kuin ohuen levyn hitsauksessa. Valintoja tehdessä kannattaa tutkailla, millainen on toimittajan laatutaso nykyisten tuotteiden osalta. Myös valmistusreferenssit on hyvä selvittää, koska ne kertovat jo paljon toimittajan kyvyistä.

### **4.3.2 Kokoonpanotoimittaja**

Kokoonpanotoimittajaksi tulee valita kokoonpanoon erikoistunut yritys. Kokoonpanoa projektikokonaisuuksina myyvä yritys olisi siinä mielessä hyvä, että tilaa on varmasti riittävästi tällaisten isojen vaunujenkin kokoonpanoon. Kokoonpanoprojekteja myyvällä yrityksellä on usein myös monia erilaisia referenssejä, joten kokemus kokoonpanosta on

monipuolista. Toimittajaa valittaessa on syytä varmistaa, että toimittajalla kokemusta mekaniikka-, hydraulikka ja sähköasennuksista. Jos kokoonpanotoimittaja hoitaa valmiiden vaunujen toimitukset asiakkaalle, toimittaja pystyy ajoittamaan kuljetukset siten, että ne järjestetään sujuvasti juuri kuin vaunu on valmistunut ja testattu. Jos asiakas on vastuussa rahdista, aiheuttaa se haasteita tuotannon aikataulutuksessa. Tällaisessa tapauksessa olisi hyvä, jos toimittajalla olisi käytössä vetotraktori. Tällöin vaunuja pystytään tarvittaessa hinaamaan ulos säilytykseen, jos aikataulut eivät sovi yhteen kokoonpanon kanssa.

#### **4.4 Hankintasopimus**

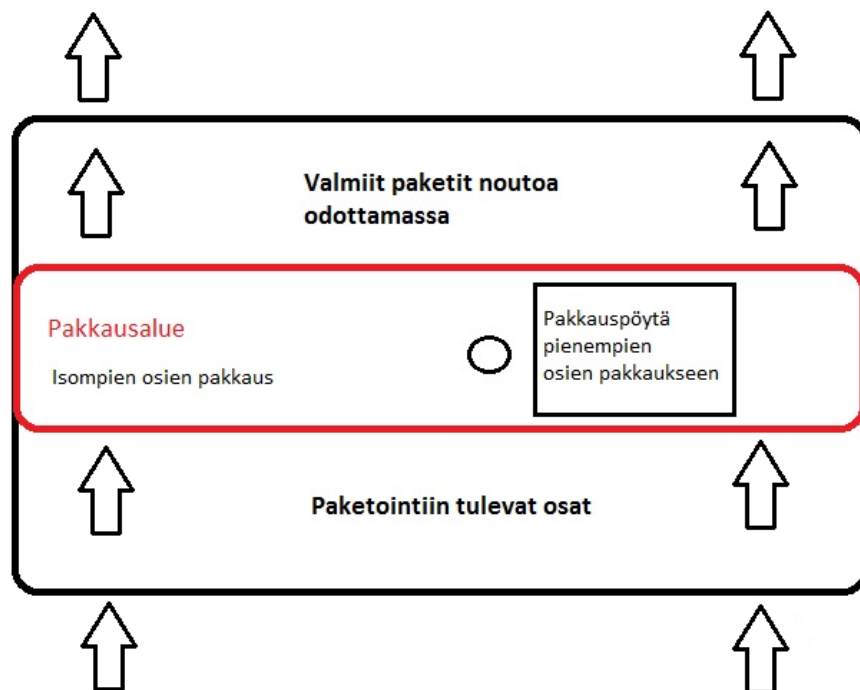
Hankintasopimus tehdään soveltaen luvussa 2.7.6 esitettyjä vaiheita. Sopimus ei kuitenkaan ole tämän työn ydinasia, joten se käsitellään vain pintapuolisesti. Asianajajan palkkaaminen avuksi hankintasopimuksen laatimiseen lienee järkevä vaihtoehto, jotta sopimuksesta saadaan pitävä eikä sinne jää porsaanreikiä. Sopimus myös luonnollisesti hyväksytetään johtoportaan ennen sen esittämistä toimittajalla. Sopimuskäytännöt vaihtelevat maittain, joten on hyvä selvittää kunkin maan käytäntö ennen sopimuksen tekoa.

#### **4.5 Hankinta Suomessa ja laivaaminen**

Suomesta hankittavat moduulien ja vaunun muut osat hankitaan jo olemassa olevilta toimittajilta. Moduulien osalta hankinta tapahtuu normaalisti, eli osat ostetaan varastoon, josta ne kerätään moduulikokoonpanoa varten. Hankinta kannattaa aikatauluttaa ja jaksottaa siten, että jatkuva materiaalin virtaus moduuleiden kokoonpanosoluihin on taattu. Vaunun muut osat, jotka eivät siis ole missään tekemisissä moduuleiden kanssa, pakataan suoraan puulaatikoihin. Näiden osien osalta hankinta olisi syytä tehdä kohdistetusti järjestelmässä. Kohdistetusti hankinta tarkoittaa lyhyesti sitä, että osat eivät kirjaudu lainkaan varastoon järjestelmässä, vaan ne kirjautuvat suoraan projektille.

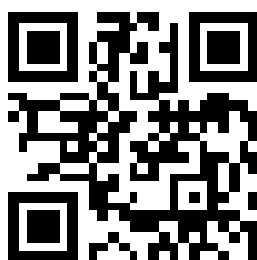
Lattiatasolla tämä tarkoittaa sitä, että fyysinen materiaalin käsittely vähenee varastossa. Osat lasketaan ja niille tehdään vastaanotto, jonka jälkeen ne siirretään suoraan pakkauspisteelle. Pakkauspisteelle eristetään oma alueensa tuotannosta, jonne tuodaan kaikki lähetettävä materiaali. Myös sähkölaatikkomoduulit tuodaan pisteelle niiden valmistuttua. Telimoduulit pakataan suoraan puulaatikoihin, joten niille ei erillistä pakkausta tarvitse tehdä. Kuvasta 31 nähdään edellä kuvatun pakkauspisteen idea. Yksinkertaisuudessaan alueen toiselle laidalle tuodaan osat pakkausta varten suoraan tavarantoimituksesta, keskellä pakataan ja toisessa laidastaan puolestaan pakatut laatikot ja trukkilavat odottavat noutoa. Alihankkija noutaa pakatut tavarat, valmistaa itse puulaatikot ja pakkaa nuo kertaalleen pakatut osat puulaatikoihin.

Pakkauspisteellä on pakkauspöytä ja tuoli, jotta pienten osien pakkaus olisi mahdollisimman ergonomista. Käytössä on myös ilmoitustaulu, jolla sijaitsee pakkauslistat, joiden mukaan pakkaaminen toteutetaan. Ilmoitustaululla on myös valokuvia, joista voi tarvittaessa tarkistaa, miltä pahvilaatikoiden sisältö näytti fyysisesti edellisessä projektissa. Pakkaaja numeroi pakkaamansa pahvilaatikot ja määränpäähän lähetetään sähköpostilla numeroita vastaavat pakkauslistat. Tällöin määränpäässä voidaan helposti tarkistaa laatikoiden sisältö ja raportoida mahdollisista inhimillisistä virheistä johtuvista puutteista.



**Kuva 31.** Pakkauspiste laivattavien osien pakkausta varten

Tätä ideaa voisi jatkojalostaa esimerkiksi QR -koodin avulla. Jokaiseen pahvilaatikkoon liimattaisiin pakkauspisteellä kuvassa 32 näkyvä QR -koodi. Kun toimittaja aloittaa laatikoiden purkamisen, koodi luetaan esimerkiksi tablettitietokoneella ja jaetusta verkkokansista avautuu pakkauslista. Näin ollen on helppo tarkistaa kunkin laatikon sisältö. Jos pakkauslistoihin tulee jostain syystä muutoksia, kohdeyrityksen ei tarvitse lähettää uutta listaa sähköpostitse, vaan päivittää QR -koodin takana oleva lista. Näin ollen mahdollisia listojen päivityksistä johtuvia informaatiokatkoksia toimittajan ja kohdeyrityksen välillä ei tule.



**Kuva 32:** QR-koodi (QR-koodit 2015)

Huomiota tulee kiinnittää siihen, että niin sanottuja turhia unohduksia pakkaamisessa ei tapahdu. Tätä varten pakkauslistaan kuitataan aina, että oikea määrä osia on pakattu laatikkoihin. Telimoduuleiden pakkaaminen puulaatikoihin täytyy myös tehdä siten, että esimerkiksi pyörännapojen kannet eivät vaurioidu. Laivamatka saattaa olla pitkäkin, ja sen vuoksi täytyy varmistaa, että korroosiolta suojaava rasva laitetaan sitä vaativiin paikkoihin. Näin vältetään osien ruostuminen laivamatkan aikana. Tullaus hoidetaan samoin kuin aikaisemmin käyttämällä vain kahta tullikoodia. Tullia varten tehtävän proformalaskun tekeminen on tähän asti ollut manuaalista. Olisi kuitenkin hyvä pyrkiä siihen, että se saataisiin automaattisesti tulostettua toiminnanohjausjärjestelmästä. Ideaalitulanteessahan kontit olisivat sisällöltään aina samanlaisia, joten tullauspaino voisi olla sama jokaisessa kontissa.

Hankintapäätökset vaikuttavat pitkälti myös laivaamiseen. Tilantarve ja kontteihin pakattavien puulaatikoiden koko riippuu suoraan siitä, kuinka paljon osia hankitaan paikallisesti kohdemaasta. Laivaamisessa käytetään standardeja merikontteja, joiden täyttöaste olisi hyvä saada mahdollisimman korkeaksi. Esimerkiksi vetolevyn paikallisalihakinta saattaa mahdollistaa sen, että vapautuvan tilan vuoksi 40-jalkaiseen konttiin mahtuisikin 8 vaunun osat 7 vaunun sijaan. Tämä näkyy positiivisesti erittäin monessa paikassa, omassa moduulikokoonpanossa, rahtikuluissa ja toimittajalla. Moduulikokoonpanossa voitaisiin valmistaa isompi erä kerralla, joka on tavoiteltavaa kokoonpanotyössä. Lisäksi toimittajan osavarasto kasvaisi yhdellä. Se saattaisi pelastaa tilanteen, jos laiva olisikin syystä tai toisesta myöhässä. Jos vaunuja tehdään tasaisella tuotantotahdilla 2 kappaletta viikossa, niin tämä tarkoittaisi sitä, että toimittaja tarvitsisi kontillisen osia kerran kuukaudessa. Moduuleiden suhteen on kuitenkin hyvä muistaa, että vaunun osat käsittää sähkölaatikkomoduulit ja telimoduulit, joten puulaatikkoja tulisi tällöin 16 kpl.

## 4.6 Paikallisalihakinta

Paikallisalihakintaa kannattaa erityisesti alhaisen kustannustason maissa hyödyntää mahdollisimman paljon. Kustannussäästöt tulevat täten erityisesti halvemman ostohinnan kautta, mutta myös poisjäävien tulli- ja rahtikustannusten kautta. Lisäksi myös mahdollinen huono laatu on helpompi reklamoida ja korjata paikallisesti verrattuna siihen, jos valtameren takaa Suomesta tulevat osat olisivat huonolaatuisia. Tällöin saatettaisiin joutua lähettämään uudet osat Suomesta, jolloin kustannukset moninkertaistuisivat.

Paikallisalihakintaa toteutetaan yhteistyössä valitun kokoonpanoyrityksen ostajan kanssa. Paikallisella ostajalla on parhaimmat kontaktit ja tiedot lähellä sijaitsevista mahdollisista toimittajista. Komponenttitoimittajien suhteen kannattaa hyödyntää

toimittajia, jotka ovat maailmanlaajuisia. Tällöin samoja tuotteita pitäisi olla saatavilla ympäri maailman. Näistä esimerkkejä ovat jarruliittimet, keskusvoitelun osat ja vetotapit. Alihankittavien eli piirustusten kanssa ostettavien yksinkertaisten teräsosien hankkiminen paikallisesti ei ole vaikeaa, koska ne pystytään tekemään melkein missä tahansa konepajassa. Tällaisten osien rahtaaminen tuhansia kilometrejä ei yksinkertaisesti ole kannattavaa. Vaunun osista hyvä esimerkki tästä on kuvassa 33 oleva harmaa vetolevy. Sillä on Suomessa monta mahdollista toimittajaa, joiden laatu on hyvää ja hinta on ratkaiseva tekijä. Kyseessä on siis massaosa, jonka ehdotettu hankintastrategia on alhaisen kustannustason maista hankkiminen.



**Kuva 33.** Vetolevy

Luvussa 2.7.1 käsiteltyä kategoriahankintaa hyödynnetään siis paikallisalihankintaa ajatellen siten, että tuote hankitaan paikallisesti, jos osan kategoria sen mahdollistaa. Kohdeyrityksessä osia ei näin ole kategorisoitu. Se tulisi siis tehdä, jotta näin voidaan toimia. Kokemukseen perustuen ilman tarkempaa tarkastelua oli kuitenkin mahdollista antaa ehdotus muutamista paikallisesti hankittavista osista. Nämä osat ovat liitteessä D, ja ne voitaisiin kategorisoida joko rutiini- tai massaosiksi.

## 4.7 Valmistusdokumentit

Tarvittava valmistusdokumentaatio koostuu valmistuspiirustuksista, sähkö-, automaatio- ja kokoonpanokuvista sekä tarkastuspöytäkirjasta. Vähintään valmistuspiirustukset olisi hyvä olla mukana kick-off -tapaamisessa ja mielellään ainakin osa kokoonpanokuvista. Valmistusdokumentit laaditaan sen maan mittajärjestelmien mukaan, jossa valmistus tapahtuu.

Kouluttajana toimineen asentajan mukaan kokoonpanossa tarvitaan myös asennusvaiheiset osaluettelot, joista nähdään välittömästi tieto kussakin työvaiheessa

tarvittavista osista. Kokoonpanokuvien tulee olla myös riittävän yksityiskohtaiset, ja niiden tulee sisältää merkinnät kiristysmomenteista, voideltavista liitoksista, sekä kierrelukitteiden käytöstä. Hydrauli-, sähkö-, voitelu- sekä jarrukaavioiden tulee olla virheettömiä, jotta osia ei puutu tämän takia lähetyksestä. Valmistusdokumentit asetetaan toimittajan saataville pilvipalveluun, joita kohdeyritys voi muokata tarpeen vaatiessa. Ensimmäisen vaunun valmistumisen jälkeen sekä kokoonpanosta että hitsauksesta kerätään kouluttajien osalta palaute mahdollisista muutoksista, jotka suunnittelun pitää tehdä. Tämän jälkeen suunnittelu toteuttaa vaaditut muutokset ja päivittää valmistusdokumentaation pilvipalveluun.

Vaunun lopputestauksessa käytettävä testausohje ja tarkastuspöytäkirja on syytä käydä huolellisesti läpi, ja siihen tulee suhtautua kriittisesti. Nykyisessä projektissa testausohjeessa oli muutamia virheitä, jotka näkyivät suoraan vaunun toiminnassa. Myös tarkastuspöytäkirjassa ollut väärä mitta aiheutti hämmennystä tuotannossa ja vaunun toiminnassa luultiin olevan vikaa, vaikka se toimi täydellisesti ja virhe oli vain tarkastuspöytäkirjassa. Testauksessa käytettävää testilaitetta ei myöskään otettu käyttöön heti alussa, vaan testausta tehtiin loppuasiakkaan terminaalitraktorilla. Tämä aiheutti sen, että vaunun ohjelmassa ollut virhe havaittiin vasta viidennen vaunun kohdalla, kun testilaitte saatiin otettua kunnolla käyttöön. Virheen aiheuttaja oli se, että traktorin ohjaamossa ei ollut sellaista merkkivaloa, jolla erään anturin toiminta olisi voitu todentaa. Testilaitteessa tämä merkkivalo sen sijaan oli.

Näiden ongelmien johdosta kouluttajan on syytä läpikäydä huolellisesti tarkastuspöytäkirja ja testausohje ensimmäisen vaunun lopputestauksen yhteydessä. Mahdolliset löydetty virheet raportoidaan välittömästi suunnitteluun ja dokumentit päivitetään oikeiksi. Näin vältetään turha vianetsintä ja eliminoidaan mahdollisuus vaunujen virheelliseen toimintaan. Testilaitteen toiminta on myös syytä todentaa heti ensimmäisen vaunun lopputestauksen yhteydessä.

Myös sellaisia valmistusdokumentteja saatetaan tarvita, joiden tarvetta ei osattu edes odottaa. Tällaisia ovat esimerkiksi toimintaohjeet jostain hankalasta prosessin osasta, jonka opettaminen vain suullisesti ei ole riittävää. Hyvä esimerkki nykyisestä projektista on vaunun vetopään oikaisu. Vetopäässä on paljon hitsaussaumaa, joiden hitsaaminen aiheuttaa hanhenkaulan alalevyn taipumista. Tämä taipuminen pitää oikaista oikeanlaisella lämmitysprosessilla, jotta valmistuspiirustuksissa mainittu tasomaisuusvaatimus täyttyy. Tämä oli opetettu projektin alkuvaiheessa mutta hitsaajat toimittajalla Y olivat vaihtuneet ja tiedon siirtymisessä oli selkeästi ollut ongelmia. Hitsaajilla oli erilaisia käsityksiä siitä, miten tuo oikaisu tehdään eikä kukaan tiennyt enää, mikä on oikea tapa. Tästä syystä kohdeyritys joutui laatimaan toimintaohjeen, jonka avulla kerrottiin lämmitysprosessin kulku kuvien avulla.

Tällaisista vaativista työvaiheista tulisi aina olla kirjallinen toimintaohje, jotta voidaan välttää turhat informaatiokatkokset ja täten myös ongelmat tuotelaadussa. Siirtovaunu



on hankala hitsattava ja tietyt vaiheet vaativat erityisosaamista ja toimintaohjeita. Tästä huolimatta pitää voida luottaa myös toimittajan asiantuntemukseen. Asiantuntemus kartoitetaan jo heti toimittajan valintavaiheessa.

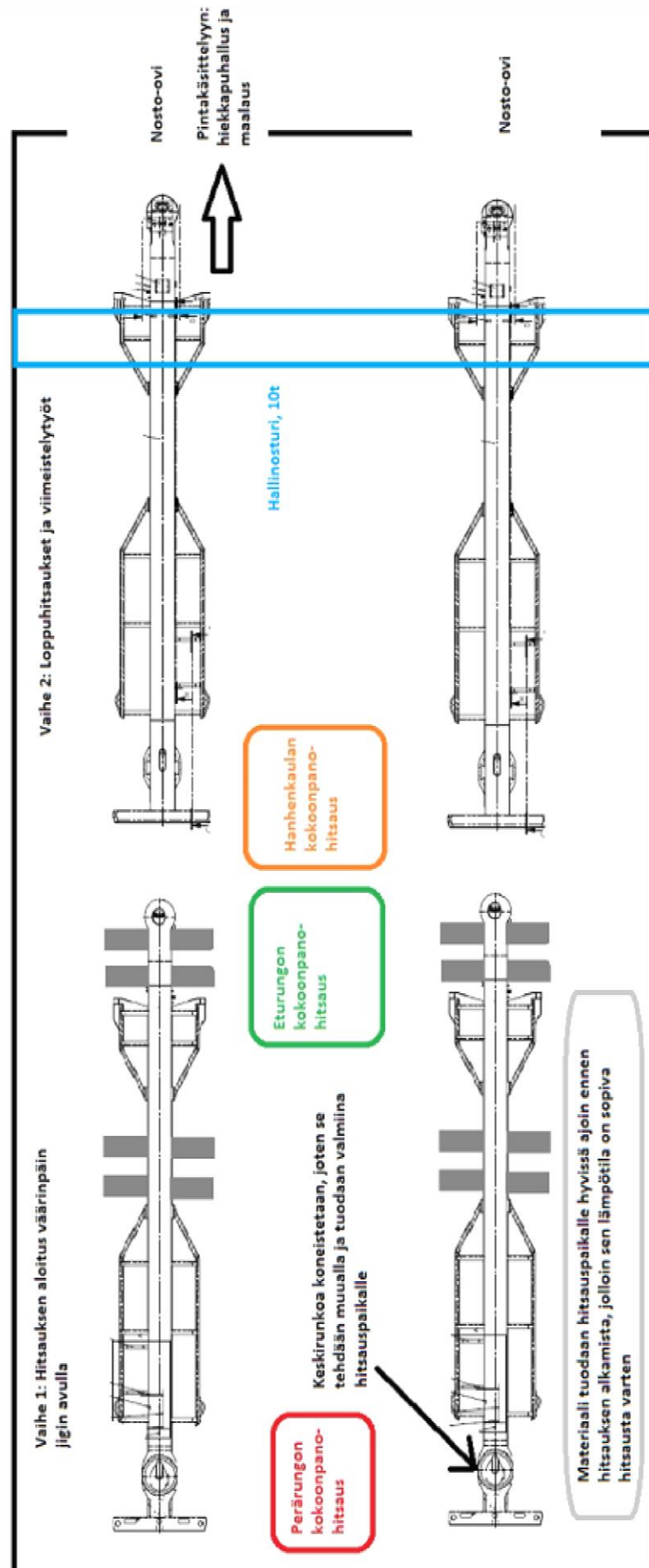
Valmistusdokumentaation osalta esimerkiksi kokoonpanossa voitaisiin hyödyntää nykYTEKniikkaa käyttämällä sähköisiä kokoonpanokuvia, jotka ovat luettavissa QR -koodin avulla. Käytännössä systeemi toimisi niin, että lähetettäviin osiin liimattaisiin kohdeyrityksen pakkauspisteellä QR -koodi. Tämä koodi voitaisiin lukea toimittajan kokoonpanotiloissa esimerkiksi asentajille tarkoitetun yhteisen tablettitietokoneen avulla, jolloin avautuisi esimerkiksi kyseiseen osaan liittyvä kokoonpanokuva. Koodi mahdollistaisi suoran linkin verkkokansiossa olevaan ohjeeseen ja papereiden etsinnältä vältyttäisiin. Koodin takana voisi olla myös opetusvideomateriaalia vaativia työvaiheita varten.

## 4.8 Hitsauspaikan layout

Runkoja pitää hitsata nopealla tahdilla, koska rungon hitsauksessa menee tuplasti aikaa verrattuna loppukokoonpanoon. Runkoja pitäisi siis olla neljä samanaikaisesti hitsauksessa, jos kokoonpanossa tehdään kahta vaunua samanaikaisesti. Runko toimitetaan loppukokoonpanoon pintakäsiteltynä eli hiekkapuhallettuna ja maalattuna.

Kuvasta 34 nähdään työn tarjoama ehdotus hitsaukseen valitun alihankkijan hitsauspaikan layoutista. Layoutissa on hyödynnetty samaa valmistustekniikkaa kuin nykyisessäkin projektissa toimittajalla Y. Valmistusmäärää on kasvatettu siten, että samanaikaisesti hitsattaisiin 4 runkoa. Tällä mahdollistetaan se, että kokoonpanoon toimitetaan riittävä määrä runkoja eli kaksi kappaletta viikossa. Toinen vaihtoehto on tehdä pienemmässä tilassa vaunuja, jolloin niitä tarvitsisi tehdä useammassa vuorossa tai etukäteen varastoon. Näin ollen layout-ehdotusten tarkoitus on luoda käsitys siitä, miten kasvanut valmistusmäärä käytännössä vaikuttaa toimintaan molempien toimittajien lattiatasolla.

Tärkeä huomioitava asia on myös, että siirtovaunujen hitsaaminen vie yllättävän paljon tilaa, joten riittävä tilaresurssi kannattaa varmistaa hyvissä ajoin. Nosturikapasiteettiä hitsauspaikalla tulisi olla noin 10 tonnia. Hyvissä ajoin ennen rungon hitsauksen aloittamista paikalle tuodaan tarvittava materiaali. Jos ulkoa tuotua liian kylmää terästä aletaan hitsata, hitsit saattavat halkeilla, ja niistä tulee hauraita. Layoutin ajatuksena on myös, että rungon hitsattavat alikokoonpanot eli perärunko, eturunko ja hanhenkaula hitsataan runkojen keskellä olevassa tilassa, josta ne voidaan välittömästi ilman turhaa siirtelyä hitsata kiinni runkoihin. Poikkeuksena on koneistettava keskirunko, joka täytyy joka tapauksessa kasata muualla. Keskirunگون koneistuksen hoitaa joko toimittaja tai sen alihankkija, riippuen toimittajan omasta konekannasta.



Kuva 34: Kokoonpanohitsauksen layout -ehdotelma

## 4.9 Loppukokoonpanon layout

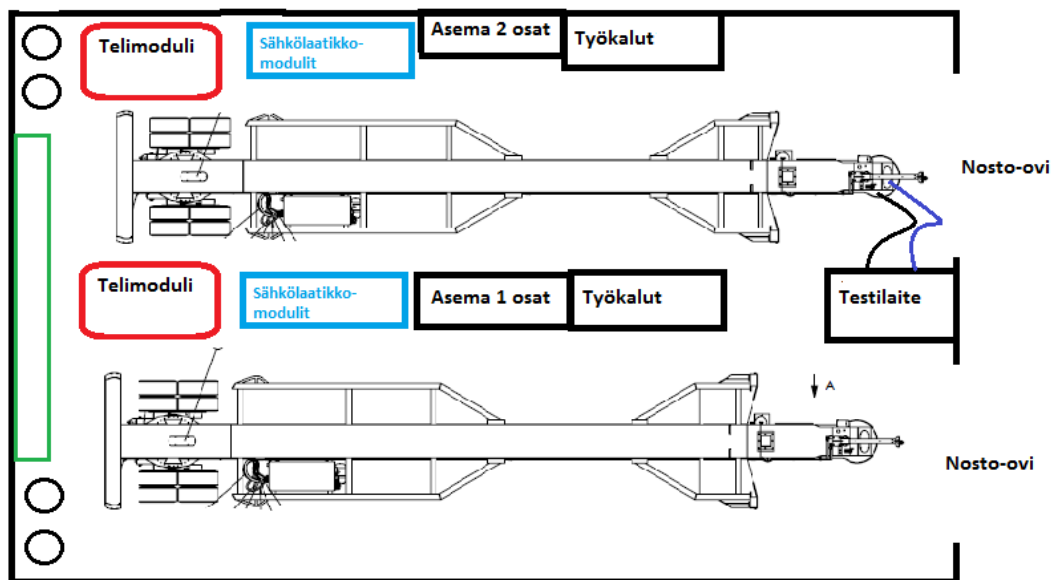
Toimitusajasta ja vaunujen määrästä riippuen vaunuja voidaan kokoonpanna paikkakokoonpanona yhdellä tai kahdella paikalla. Toimintamallissa vaunujen määrä oletetaan suureksi, joten kuvassa 35 näkyvä layout-ehdotelma perustuu myös siihen. Layoutin perustavoite on materiaa livirtojen yksinkertaistaminen, joten tarkoituksena on, että osat ja moduulit tuodaan kokoonpanopaikalle vaunun kokoonpanon alkaessa. Työkalut ja testilaite ovat luonnollisesti aina omilla paikoillaan. Kuvassa näkyvässä letku- ja putkihyllyssä voi olla putket ja letkut niin moneen vaunuun kuin hyllyyn järkevästi saadaan mahtumaan. Kokoonpanopaikalla on luonnollisesti käytössä hallinosturi, jonka suositeltava kapasiteetti on 15 tonnia. 10-tonninen nosturi riittää vielä pienemmälle vaunumallille mutta isommalle se ei enää riitä. Vaunuja on aina kaksi kokoonpanossa, joten nosturin tulisi olla varattu vain niille. Nosturin tarve muualla aiheuttaa viivästyksiä ja mahdollisesti myös vaaratilanteita kokoonpanossa. Vaunujen rungot tulevat eri toimittajalta, joten hyvin todennäköisesti ne tuodaan kokoonpanopaikalle lavetilla. Tämän jälkeen ne käännetään ylösalaisin, ja kokoonpano jatkuu, kuten luvussa 3.6 on kuvattu.

Tämä layout on edelliseen verrattuna huomattavasti tehokkaampi ja tila on myös paremmin hyödynnetty. Testilaite on nyt samalla puolella nosto-ovien kanssa, joten vaunua ei tarvitse kertaakaan kääntää vaakasuunnassa. Ihannetilanteessa vaunut voitaisiin toimittaa ja lastata lavetin kyytiin heti testauksen ja lopputarkastuksen valmistuttua. Jos näin ei kuitenkaan voi tehdä, toimittaja tarvitsee terminaalitraktorin vetääkseen vaunut ulos niiden varastointia varten. Valmiin vaunun asennuspaikalta poistamisen jälkeen paikka siivotaan ja ylimääräiset osat sekä tavarat viedään niille sovittuun paikkaan, jos kyseessä on kohdeyrityksen omaisuus. Kun paikka on siistissä kunnossa, seuraavan vaunun kokoonpano aloitetaan tuomalla sisään puulaatikoissa olevat moduulit, renkaat, ja muut osat. Itse moduulit jätetään niille merkityille paikoille ja siirtovaunun komponentit lajitellaan osapöydille odottamaan asennusta. Tässä vaiheessa on hyvä tarkistaa, ilmeneekö joitain osapuutteita. Jos ilmenee, toimittaja ottaa yhteyttä liitteessä D olevalla raportointilomakkeella kohdeyritykseen. Lomakkeen toiminta on kuvattu luvussa 4.12.

Huomionarvoinen seikka on, että testilaitteita on tässä layoutissa vain yksi. Tämä tulee huomioida tuotannon aikataulutuksessa siten, että vaunujen lopputestaus ei osu samalle päivälle. Tällä layoutilla saadaan rakennettua kokemukseen perustuen noin kaksi vaunua viikossa. Testauksen osalta toimiva järjestely voisi olla, että toisen paikan testauspäivä on joka keskiviikko ja toisen joka perjantai. Mahdolliseksi ongelmaksi voi toki muodostua se, että kokoonpano ei pysy aikataulussa esimerkiksi runkotoimittajan toimitusvaikeuksien tai laatuongelmien vuoksi.

Jos vaunuja toimitetaan kahdelle eri loppuasiakkaalle ja vaunut eivät ole täysin samanlaisia, layoutia voitaisiin hyödyntää siten, että paikalla 1 tehdään vaunuja vain asiakkaalle A ja paikalla 2 vain asiakkaalle B. Molemmilla paikoilla on omat osapöytänsä, jolloin ei ole vaaraa osien sotkeentumisesta toisiinsa.

Hydrauliputket ja -  
letkut sekä renkaat



Kuva 35. Loppukokoonpanon layout-ehdotelma

#### 4.10 Koulutuksen järjestäminen toimittajalla

Kohdeyrityksen valitsevat asiantuntijat järjestävät koulutuksen molemmilla toimittajilla. Tärkeää on varmistaa heti prosessin alkuvaiheessa, että tehdään oikeita asioita oikein. Jos prosessi lähtee väärille urille heti alussa, sen oikaisu on jälkikäteen erittäin vaikeaa. Koulutusprosessin osalta on tärkeää huomioida, että Pohjois-Amerikassa siihen tarvitaan huomattavasti vähemmän aikaa kuin esimerkiksi Aasiassa. Kielimuuri vaikeuttaa perehdyttämistä, vaikka avuksi palkattaisiinkin tulkki. Tulkilta vaaditaan myös hyvää teknistä sanavarastoa, jotta tieto menee perille hitsareille ja asentajille.

Hitsausprosessiin perehdyttämiseen valitaan luonnollisesti sellainen henkilö, joka tuntee siirtovaunun hitsausprosessin. Nykyisessä projektissahan hyödynnettiin suomalaisen alihankkijan asiantuntijaa, joka on suositeltavaa myös tulevilla projekteilla. Kohdeyrityksen omaa asentajaa kannattaa luonnollisesti hyödyntää kokoonpanoprosessiin perehdyttämisessä. Jos kokoonpano tapahtuu Pohjois-

Amerikassa, asentajan kohtalainen englannin kielitaito olisi suotavaa turhien informaatiokatkosten välttämiseksi.

Apuvälineenä koulutuksessa kannattaa hyödyntää videokameraa, koska sillä saadaan ilman ylimääräistä kustannusta tieto talteen visuaaliseen muotoon. Erityisesti rungon hitsauksessa ja lämmittämällä oikaisemisessa videon avulla varmistetaan prosessin toistettavuus. Asentajat voivat siis aina tarpeen vaatiessa katsoa prosessin videolta ja näin ollen toimia sen mukaisesti. Etuna on myös, että kaikki saavat videon myötä yhtenäisen käsityksen siitä, miten prosessi hoidetaan.

Koulutusprosessia varten tämän työn tuloksena on syntynyt tarkastuslista kouluttajille, jotta kaikki asiat tulee varmasti käytyä läpi koulutuksessa. Tämä voidaan ajatella myös koulutuksen laadunvarmistuksena. Tarkastuslistasta voidaan heti havaita, jos jokin koulutettava asia on kouluttajan mielestä hataralla pohjalla tai esimerkiksi turvallisiin työtapoihin ei kiinnitetä huomiota. Lista on siis muistilappu kouluttajalle mutta samalla myös laadunvalvontatyökalu. Hitsauksen ja kokoonpanon kouluttajan tarkastuslistat ovat liitteissä B ja C. Luvussa 3.6 esitettiin lihavoituihin loppukokoonpanon vaiheisiin on syytä kiinnittää koulutuksessa erityishuomiota, koska näissä vaiheissa käytetään nosturia ja turvallisten nostojen opettaminen on yksi koulutuksen perusasioista.

#### **4.11 Laadunvalvonta**

Näin laaja ulkoistusprosessi vaatii jatkuvaa laadunvalvontaa. Laadunvalvontaa voidaan tehdä etätyönä internetin välityksellä tai käymällä paikan päällä. Tänä päivänä pyritään tekemään mahdollisimman paljon etänä erityisesti, jos etäisyys on pitkä. Tämän työn tuloksena saatiin erilaisia laadunvalvontamenetelmiä, joilla pystytään hyvin etänäkin valvomaan työn laatua.

Prosessin laaduntuottokykyä voidaan tarkastella tekemällä mitatuista parametreista valvontakortit. Valvontakortit ja mittaustulosten graafinen esitys verrattuna toleranssiin ovat liitteessä F. Nämä graafisesti esitetyt mittaustulokset ovat huomattavasti visuaalisempia kuin nykyisessä projektissa käytetyt mittauspöytäkirjat (Liite H). Vaaka-akselilla kuvaajassa on vaunun numero, jotka tässä tapauksessa ovat 3-21. Pystyakselilla on puolestaan mittaustulos ja punaiset vaakaviivat kuvaavat toleranssin ala- ja ylärajaa. Kyseessä on siis yksinkertainen työkalu, jonka avulla toleranssin ylittyminen nähdään heti. Työkalu toimii siten, että toimittaja täyttää excel -tiedostoon mitat merkittyihin soluihin. Samalla kuva piirtyy soluihin kirjoitettujen mittojen perusteella. Hieman ikävä löydös nykyisen projektin kuvaajista oli se, että monet mitoista ovat joko toleranssin ylä- tai alarajalla. Herää siis kysymys, onko toimittajan Y laadunvalvoja ”pyöristellyt” tuloksia, jotta ne saadaan menemään vaadittujen rajojen

sisäpuolelle. Laadunvarmistuksessa on siis olennaista, että mittaavat henkilöt ovat rehellisiä ja ottavat työnsä vakavasti.

Valvontakorttien avulla prosessille saadaan valvontarajat, joiden avulla voidaan todeta, onko prosessi hallinnassa vai ei. Jos kyseessä on esimerkiksi 50 vaunun projekti, tällaisen seurannan tekeminen on välttämätöntä. Kuvaajat havainnollistavat hyvin, kun prosessi on ajautumassa ulos hyväksytyistä rajoista. Tällöin on vielä aikaa käynnistää prosessia korjaavat toimenpiteet, ennen kuin tuotelaatu kärsii. Liitteen F x-valvontakortit muodostettiin luvussa 2.6 esitetyin keinoin. Käytössä oli mittausdataa 18 vaunusta, joten ryhmän kooksi valittiin kolme. Tällöin yhteensä on kuusi ryhmää. Valvontakortteja tarkastelemalla havaitaan, että prosessit ovat pääosin hallinnassa toleranssien ylityksistä huolimatta. Vasemmanpuoleisissa kuvissa näkyvät toleranssinylitykset ovat satunnaisista syistä johtuvia, joten prosessia ei ole syytä lähteä muuttamaan. Kuormatilan pituus on ainoa mittauskohde, jossa alavalvontaraja ylittyy. Toleranssikuvasta on nähtävissä myös laskeva trendi, vaikka toleranssi ei ylitäkään missään vaiheessa. Kortti osoittaa kuitenkin sen, että prosessi pitää ottaa hallintaan toleranssiylitysten estämiseksi. Prosessissa vaihtelua aiheuttaa jokin selvitettävissä oleva syy, joka on syytä tutkia.

Laadunvalvontaprosessi tulisi saada niin luotettavaksi, että vaunut voitaisiin hyväksyä etänä ja vastuu vaunujen luovuttamisesta asiakkaalle annettaisiin toimittajalle. Vaunujen hyväksyminen paikanpäällä aiheuttaa huomattavasti kustannuksia, jos toimittaja sijaitsee esimerkiksi Australiassa. Olisi siis melko vaikeaa, jos kohdeyrityksen edustaja joutuisi aina lentämään paikanpäälle tarkistamaan vaunuja. Lisäksi vaunuihin sitoutuu turhaan paljon pääomaa, jos ne seisovat toimittajan pihassa odottamassa tarkastajan tuloa. Prosessit hoidetaan kuntoon siis heti alkuvaiheessa kohdeyrityksen henkilöiden läsnäollessa. Kun toimittajalla on riittävästi tietotaitoa vaunujen valmistamiseen ja prosessien hallintaan, valvontaa aletaan suorittaa etänä hyödyntämällä työssä esitettyjä valvontakeinoja ja videoneuvottelua.

Laadunvalvonnassa voi ja kannattaa hyödyntää pikaviestiohjelmiä, esimerkiksi Whatsapp tai Messenger -ohjelmia. Luotaisiin ryhmä, johon kuuluisi kohdeyrityksen päässä esimerkiksi tuotanto, hankinta ja suunnittelu. Toimittajan päässä vastaavasti ryhmään kuuluisi johto, tuotanto ja hankinta. Tämä mahdollistaisi sen, että kaikki näkisivät ongelmat reaaliajassa ja vastauksen voisi antaa henkilö, jolla on parhain tieto aiheesta. Ongelmien ratkaisu onnistuisi näillä ryhmäkokoonpanoilla nopeasti, sillä keskustelun eri osapuolet täydentävät toistensa tietämystä. Whatsapp -sovellukseen tallentuu koko viestiketju, joten kaikki projektin ongelmat tallentuisivat tällöin kronologisessa järjestyksessä. Keskustelussa kannattaisi toki paneutua muihinkin asioihin kuin ongelmiin, eli keskustelussa voisi esimerkiksi jakaa esimerkiksi kehitysehdotuksia, kehuja, moitteita ja valokuvia.

## 4.12 Dokumentointi

Normaalisti vaunun tarkastuspöytäkirjaan kirjoitetaan käsin hitsattujen teräsrakenteiden valmistenumerot. Tämän jälkeen niitä ei kuitenkaan missään vaiheessa siirretä sähköiseen muotoon, vaan tieto jää paperille arkistoon. Tähän tarvitaan ehdottomasti nykyaikainen toimiva järjestelmä, jossa valmistenumerot ovat sähköisessä muodossa. Valmistenumeroiden tarkoitushan on mahdollistaa jäljitettävyyttä, jos jokin kriittinen komponentti hajoaa. Valmistenumero kertoo toimittajalle valmistumisajankohdan, tekijän ja valmistuserän. Näillä pystytään selvittämään mahdollisia juurisyitä osan hajoamiseen, jos on kyse rakenteellisesta viasta. Tulevaisuudessa kokoonpanotoimittaja kirjaa ylös nämä valmistenumerot Excel -tiedostoon, jota säilytetään pilvipalvelussa jaetussa kansiossa. Sitä pääsevät tarkastelemaan sekä toimittaja että kohdeyritys. Näin ollen tieto pysyy reaaliaikaisena, ja se ei häviä minnekään.

Työn tuloksena on syntynyt myös niin sanottu lokikirja projektin aikaisten tapahtumien, esimerkiksi laatuerojen ja osapuutten raportoinnista. Tämä liitteessä H oleva asiakirja mahdollistaa sen, että kaikki erikoiset toimenpiteet vaativat tapahtumat saadaan tallennettua yhteen ja samaan dokumenttiin. Se helpottaa prosessien hallintaa tulevaisuudessa, kun tiedetään aiemmat puutteet ja ongelmat. Tärkeää on motivoida toimittaja käyttämään tätä aina, vaikka olisi kyse vain vähäisestä ongelmasta.

Lomaketta varten avataan jaettu kansio pilvipalvelusta, johon oikeudet on toimittajan ja kohdeyrityksen kaikilla asianomaisilla henkilöillä. Pilvipalvelussa usea henkilö voi samaan aikaan muokata asiakirjaa. Toimittajan kanssa tulee erikseen sopia menettelylomakkeen täydentämisestä sekä sen tarkastusajankohdat. Lomake toimii siten, että toimittaja kirjoittaa ensimmäiseen sarakkeeseen ongelman kuvauksen lyhyesti. Jotkin ongelmat vaativat tarkempaa kuvausta tai esimerkiksi valokuvia, jolloin ne kerrotaan erillisessä liitteessä. Liitteen numero kerrotaan ongelmakuvauksessa ja tuo liite tallennetaan samaan jaettuun kansioon. Ongelmakuvauksen jälkeen toimittaja määrittää ongelman tyyppin, joissa vaihtoehdot ovat P (=part) tai T (=technical). Tuo ongelman tyyppi vaikuttaa siihen, kuka käsittelee sen kohdeyrityksessä. P -ongelma koskee osapuutetta, ja sen voi käsitellä esimerkiksi varastomies lähettämällä uuden osan. T -ongelma koskee teknistä ongelmaa, johon kantaa ottaa suunnittelija.

Seuraava sarake lomakkeessa on vaaditut toimenpiteet, ja sen täyttää myös toimittaja. Tähän kenttään toimittaja kuvailee, mitä toimittajan pitää tehdä tai selvittää. Viides sarake tarkoittaa ongelman tilaa, johon on kolme eri vaihtoehtoa: new, in process tai done. Toimittaja täydentää kentän vain silloin kuin raportoi ongelman, jolloin tila on new. Tällaisen uuden rivin väri on punainen, jotta kohdeyritys havaitsee uuden ongelman heti jo värin perusteella. Värin toimivat Excelin ehdollisen muotoilun avulla. Heti kun kohdeyritys pystyy, niin se ottaa työn alle ongelman ja vaihtaa sen in process -tilaan. Kun ongelma on prosessissa, rivin väri on keltainen. Tällöin toimittajakin

huomaa, että ongelmaa työstetään. Seuraava sarake on kommentti -sarake, johon kohdeyritys voi antaa pienen kommentin tilanteesta. Kun ongelmat otetaan työn alle, viimeiseen sarakkeeseen merkitään kohdeyrityksen vastuuhenkilö. Ongelmien ratkaistua tilaksi vaihdetaan done ja väriksi vaihtuu vihreä. Työpäivän alussa olevia punaisia rivejä ei saisi siis olla enää työpäivän lopussa, vaan niiden tulisi olla joko keltaisia tai vihreitä. Viimeiseen sarakkeeseen täydennetään korjaava toimenpide, jotta ongelmalta vältetään tulevaisuudessa.

Tällainen samanlainen raportointilomake olisi hyvä ottaa käyttöön myös dokumentointia varten kohdeyrityksen sisällä. Näin ollen suunnittelun, hankinnan, myynnin tuen ja tuotannon välinen kommunikointi on sujuvampaa ja epäkohdat saadaan korjattua pikaisesti. Dokumentin tarkoitus on siis havainnollistaa kaikkia projektin aikana esiintyneitä ongelmia. Kun projekti on päättynyt ja ongelmat ovat tiedossa, kohdeyrityksessä pidetään lisäksi palaveri toimenpiteistä vastaavien ongelmien välttämiseksi seuraavassa projektissa.

Yrityksen sisäisten prosessien kehittämisessä esimerkiksi kommunikoinnin osalta hyvä väline voisi olla läpinäkyvä sähköposti. Läpinäkyvässä sähköpostissa siis kuka tahansa voi lukea kenen tahansa sähköpostiviestit yrityksen sisällä. Tällä voitaisiin välttää informaatiokatkoksilta, koska arvokasta tietoa hukkuu paljon ihmisten sähköposteihin. Amerikkalainen startup -yhtiö Slack tarjoaa tällaista palvelua, ja se on saavuttanut jo satoja tuhansia käyttäjiä. Tämä kommunikoinnin avoimuus mahdollistaisi esimerkiksi sen, että myyntiosasto näkisi heti sähköposteja selailemalla, mitä projekteja tuotekehityksessä on meneillään sillä hetkellä. Läpinäkyvä sähköposti tarjoaisi huomattavia etuja myös uuden työntekijän tullessa taloon, kun sähköpostilaatikko olisi tyhjän sijaan täynnä hyödynnettävissä olevaa tietoa. Sähköpostia seuraamalla, työntekijä näkee esimerkiksi hiljattain suoritettut työtehtävät eikä vahingossa tee niitä uudestaan. Lisäksi päätöksenteko helpottuu, koska sähköpostista löytyy jo valmiiksi paljon päätöksiä tukevaa dataa. (Rainisto 2015)

Vaunun lopputestauksen yhteydessä vaunussa olevat anturit kalibroidaan, jolloin vaunun ohjausyksikköön tallentuu antureiden parametrit. Parametreja tallennetaan kohdeyrityksen tietokantoihin. Jos vaunun ohjausyksikkö hajoaa, kohdeyritys voi täten lähettää uuden ohjausyksikön samoilla parametreilla, jolloin kalibrointia ei tarvitse tehdä uudelleen. Vaunun valmistuessa nämä kyseiset parametrit piti aina käydä lukemassa vaunun luona yhdistämällä kannettava tietokone vaunun ohjausyksikköön. Tulevaisuudessa tähän kehitetään yhteistyössä järjestelmätoimittajan kanssa etälukija, jolla tiedot voidaan lukea internetin tai puhelinyhteyden välityksellä maailman toiselta puolelta. Tämä muuttuu kannattavaksi hyvinkin nopeasti, jos sillä vältetään matkustamista ympäri maailman.



## 5. YHTEENVETO

Ulkoistettu loppukokoonpano kuulostaa paperilla erittäin hyvältä. Kuitenkin sen toteuttaminen käytännössä on melko haastavaa. Nykyinen ulkoistamisprojekti kohdeyrityksessä on tällä hetkellä loppusuoralla. Muutamia vastoinikäymisiä lukuun ottamatta vaikuttaa siltä, että projekti onnistui kokonaisuudessaan hyvin. Aikaisempaa kokemusta kohdeyrityksellä ei ollut tällaisista projekteista, joten se lisäsi huomattavasti vaikeusastetta projektin toteutuksessa. Työn tarkoituksena oli alan kirjallisuuden tarjoamien teoreettisten työkalujen ja nykyisestä projektista hankittujen kokemusten perusteella luoda toimintamalli, jolla toimintapa kohdeyrityksen osalta saataisiin vakiinnutettua prosessimaiseksi. Tässä onnistuttiin erittäin hyvin ja työn tuloksena syntyi johdonmukaisesti etenevä toimintamalli, joka lähtee liikkeelle strategian tasolta ja päättyy tehtaan lattiatasolle. Malli myös on sisällöltään monipuolinen, ja se tarjoaa ratkaisuja sekä työkaluja kaikille asianomaisille, eli yritysjohdolle, hankinnalle, suunnittelulle, kouluttajille ja toimittajille. Liitteessä J on esitetty taulukko, joka kiteyttää hyvin ulkoistusprosessin tapahtumat. Taulukosta nähdään myös osastot yrityksessä, joita tarvitaan kunkin toimenpiteen suorittamiseen. Muulla organisaation ulkopuolisella taholla tarkoitetaan esimerkiksi lakimiestä tai nykyisessä prosessissa mainittua suomalaisen alihankkijan hitsausasiantuntijaa. Toimintamalli ei ole liian yksityiskohtainen, joten se on sovellettavissa maailmanlaajuisesti. Malli vaatii jatkokehitystä eri sidosryhmien näkemysten ja kokemusten perusteella, koska vasta silloin malli alkaa toimia täydellä teholla. Tavoitteena on ainakin herättää ihmisissä ajatuksia ja saada malli poikimaan kehitystä.

Ulkoistamiseen liittyvät käsitteet ja työkalut esiteltiin luvussa 2 työn ymmärtämisen helpottamiseksi ja samalla annettiin myös ratkaisuvaihtoehtoja toimintamallia varten. Teoriaosuudessa isoina osina ovat strategiset asiat, hankinta sekä laadunvarmistus. Nykyisen projektin dokumentoinnin tavoitteena oli luoda lukijalle käsitys, mistä on käytännössä kyse. Lisäksi siitä voidaan ottaa jälkeenpäin paljon oppia, että samoja virheitä ei enää toisteta tulevaisuudessa.

Tällainen tuotantokonsepti on ehdottomasti toimiva ainakin Pohjois-Amerikassa ja muissa englanninkielisissä maissa. Vastaavanlainen projekti esimerkiksi Aasiassa asettaa varmasti paljon enemmän haastetta kielimuurin vuoksi. Toimintamalli laadittiin siten, että valmistettava vaunumäärä olisikin isompi ja strategisesti oikealla sijainnilla mahdollistettaisiin vaunujen valmistus samanaikaisesti kahdelle eri konttisatamalle. Tässä tuotantokonseptissa hyvä asia on myös, että työtä pystytään säilyttämään paljon

myös Suomessa, vaikka ulkoistetaankin paljon. Kuitenkin varsinaiset ydinprosessit säilytetään kohdeyrityksellä, jolloin ydinsaaminen ei pääse katoamaan yrityksestä.

## LÄHTEET

Andersson, P. Hiltunen, K. Villanen, H. (2004). Laatutoiminta suomalaisissa yrityksissä, Sami Tuurna, 103s

Aran, H. Patel, A. (2005). Outsourcing Success, The Management Imperative, Palgrave Macmillan, 187s, [WWW] [Viitattu 16.4.2015]. Saatavissa:

<http://www.palgraveconnect.com.libproxy.tut.fi/pc/doifinder/10.1057/9780230512535>

Bellgran, M. Säftsen, K. (2010). Production Development: Design and Operation of Production Springer, [WWW] [Viitattu 21.4.2015]. Saatavissa:

<http://link.springer.com/book/10.1007/978-1-84882-495-9/page/1>

Deming, W.E. (2000). Out of the crisis, First MIT Press ed. Cambridge (MA): MIT Press, 507s

Gadde, L.E. Håkansson, H. (2001). Supply Network Strategies, John Wiley & Sons Ltd, 206s

Geng, H. (2004). Manufacturing Engineering Handbook, The McGraw-Hill Companies, Inc. [WWW] [Viitattu 21.4.2015]. Saatavissa:

[http://accessengineeringlibrary.com/browse/manufacturing-engineering-handbook/p2000ad2999751\\_3001?q=pokayoke#p2000ad2999751\\_5003](http://accessengineeringlibrary.com/browse/manufacturing-engineering-handbook/p2000ad2999751_3001?q=pokayoke#p2000ad2999751_5003)

Hannus, J. (2004). Strategisen menestyksen avaimet, ProTalent Oy, 397s

Heikkilä, J. Ketokivi, M. (2013). Tuotanto Murroksessa, Talentum, 268s

Heizer, J. Render, B. (2006). Operations Management, 8<sup>th</sup> edition, Prentice Hall, 806s

ISO 37500. (2010). Guidance on outsourcing, Draft Version: 0.52, 73s

Kano, N. Nobuhiku, S. Fumio, T. Shinichi, T. (1984). Attractive quality and must-be quality, The Best of Quality. Vol. 7. ASQC Quality Press, Milwaukee.

Kaplan, R.S. Norton, D.P. (2004). Strategiakartat, Talentum, 399s

Karjalainen, J. Maijala, M. Lindgren, M. (1999). Tuotannollinen ulkoistaminen, MET, 86s

Kiiskinen, S. Linkoaho, A. Santala, R. (2002). Prosessien johtaminen ja ulkoistaminen, WSOY, 202s

Koho, M. (2010). Väitöskirja: Production system Assessment and Improvement, Tampereen teknillinen yliopisto, Julkaisu 885, 252s

Kume, H. (1985). Laadun parantamisen tilastolliset menetelmät, Metalliteollisuuden keskusliitto, 229s

Laamanen, K. Tinnilä, M. (2009). Prosessijohtamisen käsitteet, 4. painos, Teknologiateollisuus Oy, 156s

Lapinleimu, I. Kauppinen, V. Torvinen, S. (1997). Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät, WSOY, 396s

Lapinleimu, I. (2000). Ideaalitehdas, Tampereen teknillinen korkeakoulu, tuotantotekniikan laitos, 197s

Logistiikan Maaailma, (2015a), Hankintastrategiat kuntoon ostoportfolion avulla. [WWW]. [Viitattu 22.4.2015]

Saatavissa:

[http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Hankintastrategiat\\_kuntoon\\_ostoportfolion\\_avulla](http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Hankintastrategiat_kuntoon_ostoportfolion_avulla)

Logistiikan Maaailma, (2015b). Laatu ratkaisee, [WWW] [Viitattu 25.5.2015]. Saatavissa: [http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Laatu\\_ratkaisee](http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Laatu_ratkaisee)

Matta, A. Semeraro, Q. (2005). Design of Advanced Manufacturing Systems. Springer. 268s, [WWW] [Viitattu 18.11.2012]. Saatavissa:

<http://link.springer.com/book/10.1007/1-4020-2931-4/page/1>

Management Institute of Finland, (2014). Haastattelussa EMBA-alumni Ari Pajunen, [WWW] [Viitattu: 24.4.2015]. Saatavissa: <http://www.mif.fi/fi/blogit/emba-blueribbon/928-haastattelussa-emba-alumni-ari-pajunen>

Miltenburg, J. (1995). Manufacturing Strategy, How to Formulate and Implement a Winning Plan, Productivity Press, 363s

Moser, R. (2007). Strategic Purchasing and Supply Management, Gabler edition Wissenschaft, 209s

Mäkinen, I. (2012). Tuotantokonseptit -ohjelma, loppuraportti. TEKES, [WWW] [Viitattu 29.5.2015] Saatavissa: [http://www.tekes.fi/globalassets/julkaisut/tuotantokonseptit-ohjelman\\_loppuraportti.pdf](http://www.tekes.fi/globalassets/julkaisut/tuotantokonseptit-ohjelman_loppuraportti.pdf)

Probert, D. (1997). Developing a Make Or Buy: Strategy for Manufacturing Business, The Institution of Electrical Engineers, [WWW] [Viitattu 13.5.2015]. Saatavissa:

[http://books.google.fi/books?id=V0Q58FooisUC&pg=PA1&lpg=PA1&dq=make+or+buy+strategy&source=bl&ots=t0ATJzFKSm&sig=Khbm\\_Y3kw2M3emuAMIEJSqTSwTc&hl=fi&sa=X&ei=eKEDUbmVC8b14QTDu4D4Dg&ved=0CGQQ6AEwBw](http://books.google.fi/books?id=V0Q58FooisUC&pg=PA1&lpg=PA1&dq=make+or+buy+strategy&source=bl&ots=t0ATJzFKSm&sig=Khbm_Y3kw2M3emuAMIEJSqTSwTc&hl=fi&sa=X&ei=eKEDUbmVC8b14QTDu4D4Dg&ved=0CGQQ6AEwBw)

QR-koodit. (2015). [WWW] [Viitattu 24.4.2015] Saatavissa: <http://www.qr-koodit.fi/>

Radziwill, N. (2011). PDCA vs. PDSA: What's the difference? Quality and Innovation, [WWW] [Viitattu 27.5.2015]. Saatavissa: <http://qualityandinnovation.com/2011/08/26/pdca-vs-pdsa-what%E2%80%99s-the-difference/>

M. Rainisto, Yrityksen sähköposti –ongelma ratkaistu! MPC 4/ 2015 [WWW] [Viitattu 26.5.2015]. Saatavissa: <http://mpc.fi/rml/login.html?pg=/nettilehti/tilaaja/2304201565.pdf>

Rolstadås, A. Henriksen, B. O'Sullivan, D. (2012). Manufacturing Outsourcing, Springer London Heidelberg New York Dordrecht, 230s, [WWW] [Viitattu 16.4.2015] Saatavissa: <http://link.springer.com.libproxy.tut.fi/book/10.1007%2F978-1-4471-2954-7>

Salomäki, R. (1999). Hyödynnä SPC, suorituskykyiset prosessit, MET, 398s

Scott, C. Lundgren, H. Thompson, P. (2011). Guide to Supply Chain Management, Springer Heidelberg Dordrecht London New York, 185s, [WWW] [Viitattu 16.4.2015]. Saatavissa: <http://link.springer.com.libproxy.tut.fi/book/10.1007%2F978-3-642-17676-0>

Slack, M. Lewis, M. (2002). Operations Strategy, Prentice Hall, 548s

Summers, D.C.S. (2005). Quality Management, Prentice Hall, 409s

Suomen Standardoimisliitto SFS RY. (2015). Miksi kansainvälinen ulkoistamisen standardi laadittiin? 2s

The Law Dictionary, What is product platform? [WWW]. [Viitattu 22.4.2015]. Saatavissa: <http://thelawdictionary.org/product-platform/>

Torvinen, S. (2002). Tuotantojärjestelmien rakenteinen ja ositettu suunnittelumalli: Manufacturing System Design and Decomposition (MSDD) v. 5.3, Tampereen teknillinen korkeakoulu, 83s

Van Weele A.J. (2010). Purchasing and Supply Chain Management, Fifth edition, Cengage Learning, 418s

Vonderembse, M. White, G. (1996). Operations Management, Concepts, Methods and Strategies, Third edition, West Publishing Company, 845s

Willkrans, R. Norrblom, H.L. (1995). Design for Easy Assembly, Swedish Institute of Production Engineering Research, 55s

Zainal, M. Haim, A. (2009). Make or Buy Strategy and Origin of Sourcing Materials and Their Relationship with Firm Performance, International Review of Business Research Papers, [WWW] [Viitattu 26.5.2015]. Saatavissa: <http://www.bizresearchpapers.com/12.Haim.pdf>

## **LIITE A: SIIRTOVAUNUN LAADUNTARKASTUSPROSESSI TOIMITTAJALLA Y**

1. Tarkastuspöytäkirjan huolellinen läpikäynti
  - Tarkastetaan, että vaunujen korkeudet, ohjauskulmat ja muut numeeriset asiat ovat oikein
  - Tarkastetaan, että asentajat ovat käyneet kaikki kohdat läpi ja hyväksyneet ne
  - Mahdolliset epäselvät kohdat käydään uudestaan läpi
2. Hitsausseamojen laatu (kuittaus tarkastuspöytäkirjaan)
  - Hitsaajat korjaavat mahdolliset havaitut virheet, jonka jälkeen uusi tarkastus
3. Visuaalinen tarkastus (kuittaukset tarkastuspöytäkirjaan)
  - Maalipinta
  - Teipitys ja heijastimet
  - Vaunun kuormatilan ja vetopään tasomaisuus
  - Asennuksen laatu (letkujen reititys jne.)
  - Vaunun yleinen siisteys
  - Tyypikilpi ohjauslaatikon kannessa
4. Antureiden kalibroinnista syntyvien parametrien tallennus vaunun ohjausyksiköltä PC:lle
5. Parametrien salasanan vaihto (Asiakas ei tällöin pääse käsiksi parametreihin)
6. Kuljetusohjeiden kiinnitys vaunuun ja vaunu kuljetuskuntoon, jonka jälkeen vaunu valmis toimitettavaksi

## LIITE B: HITSAUSKOULUTTAJAN TARKASTUSLISTA

Tehtävä	Suoritusmerkintä / kommentti
1. Toimintaohjeiden luominen (ennen koulutusta)	_____
2. Tutustuminen hitsareihin, pohjatietojen kartoitus	_____
3. Koulutuksen laajuuden määrittäminen perustuen hitsareiden pohjatietoihin	_____
4. Perehtyminen rungon kuviin	_____
5. Työjärjestys, alikokoonpanojen läpikäynti (hanhenkaula jne.)	_____
6. Käytettävät hitsauslangat, hitsausvirrat jne.	_____
7. Tarvittavat jigat, ja niiden käyttö	_____
8. Hitsausasennot (vältetään saumoihin kohdistuva veto jne.)	_____
9. Ensimmäisen rungon hitsauksen aloitus	_____
10. Turvallinen työskentely (nosturin käyttö jne.)	_____
11. Lämmöllä oikaiseminen (toimintaohjeen mukainen läpikäynti)	_____
12. Mittauspöytäkirjan läpikäynti (opetetaan mittaus)	_____
13. Laadunvarmistus (hitsausnaamojen laatu, a-mitat, mittauspöytäkirjan parametrit)	_____
14. Pintakäsittelyohje (hiekkapuhallus, maalattavat pinnat, vaadittava maalityyppi)	_____
15. Toisen rungon hitsauksen valvonta	_____



## LIITE C: KOKOONPANOKOULUTTAJAN TARKASTUSLISTA

Tehtävä	Suoritusmerkintä / kommentti
1. Tutustuminen asentajiin ja pohjatietojen kartoitus	_____
2. Koulutuksen laajuuden määrittäminen perustuen asentajien pohjatietoihin	_____
3. Perehdytys tuotteeseen: rakenne ja toiminta	_____
4. Työvaiheiden ja kokoonpanokuvien läpikäynti	_____
5. Tarvittavat työkalut ja laitteet	_____
6. Perehdyttäminen turvalliseen työskentelyyn (nostot, vaunun kääntö)	_____
7. Kokoonpanon aloitus ja vaunun osien läpikäynti	_____
8. Kokoonpanoa noudattaen kokoonpanokuvia	_____
9. Mahdolliset kokoonpanon ongelmakohdat, joihin kuvat eivät tarjoa ratkaisua	_____
10. Viimeistely ja asennusten tarkastaminen	_____
11. Testilaitteen toimintaan perehdyttäminen	_____
12. Testausohjeen ja tarkastuspöytäkirjan läpikäynti	_____
13. Vaunun lopputestaukseen perehdytys testausohjeen kanssa	_____
14. Vianetsintään perehdyttäminen	_____
15. Testausohjeesta löytyneiden mahdollisten virheiden korjaaminen ja oikaiseminen asentajille	_____
16. Vaunun laittaminen kuljetuskuntoon	_____
17. Vaunun loppukokoonpanon päättäminen, palaute asentajilta / asentajille	_____
18. Seuraavan vaunun kokoonpano, kouluttaja vain valvoo asennusta	_____
19. Vaunun vikaannuttaminen testausvaiheessa (testataan asentajien vianetsintätaidot)	_____
20. Mahdolliset lisäkoulutusta vaativat osa-alueet	_____
21. Sovitaan yhteyshenkilö, joka auttaa tarvittaessa	_____
22. Koulutuksen päättäminen	_____

## **LIITE D: PAIKALLISESTI HANKITTAVAT OSAT**

Vetolevy

Keräysastia

Aksiaalilaakeri

Hydrauliletkut, -liittimet ja -putket

Liitinkourat (Wabco, maailmanlaajuinen toimittaja)

Vetotappi (SAF Holland, maailmanlaajuinen toimittaja)

**LIITE E: RAPORTOINTILOMAKE TOIMITTAJALLE JA YRITYKSEN SISÄISEEN KÄYTTÖÖN**

## Reporting form for supplier

In process

Done

New

P=part

T=Technical

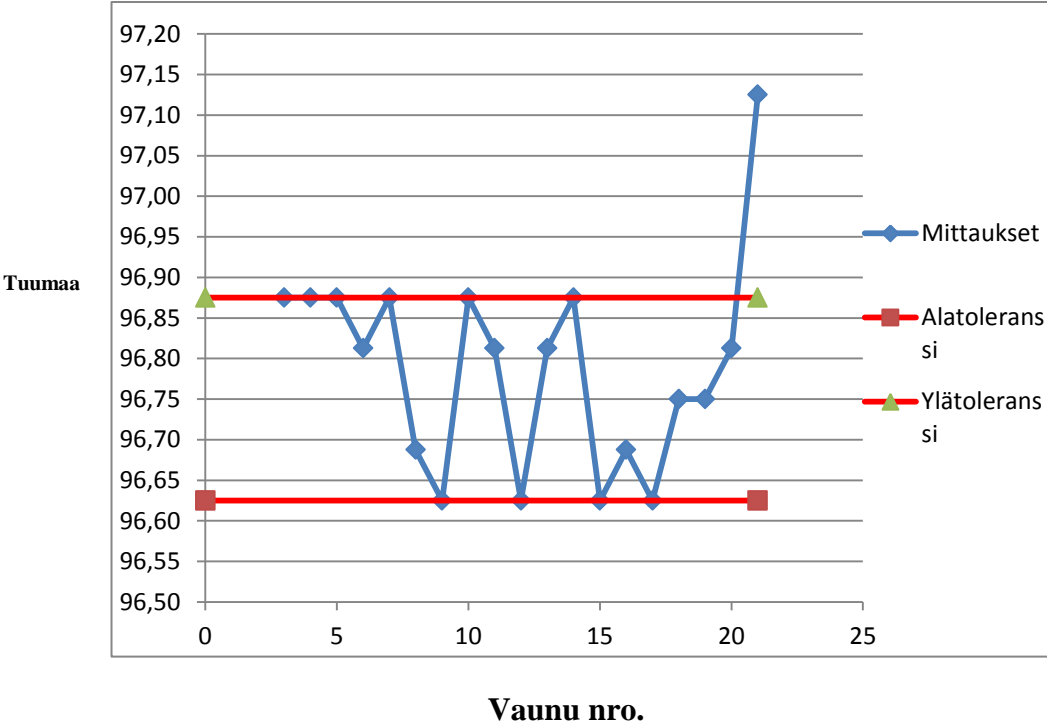
Appendixes should be saved to the same shared folder

S	S	S	S	S / C	C	C	C
Date	Description of the problem	Type	Supplier comment	Status	Comment	Person in charge	Corrective action
24.3.2015	Brake valve missing from the delivery	P	Send a new valve	done	New valve has been sent	Kari	Packing list updated
1.4.2015	Measurement outside the tolerance (see appendix 1)	T	How to deal with the problem?	In process	Instructions are being created	Mikko	
3.4.2015	Paint is peeling from the frame	T		new			

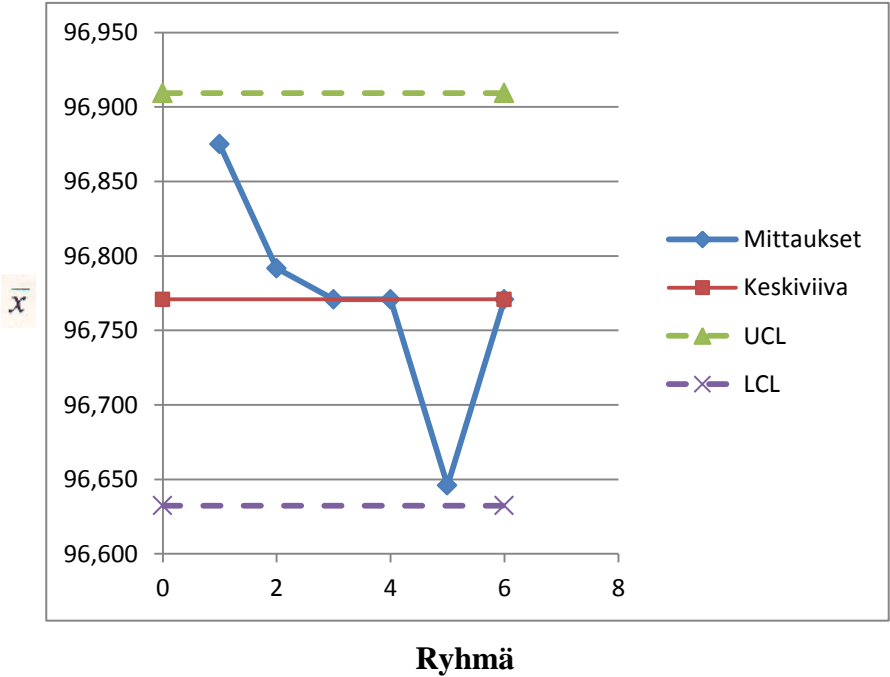
LIITE F: NYKYISEN PROJEKTIN MITATTUJEN PARAMETRIEN GRAAFINEN ESITYS JA X-VALVONTAKORTIT

PERÄRUNGON LEVEYS

Mittaustulokset suhteessa toleranssiin

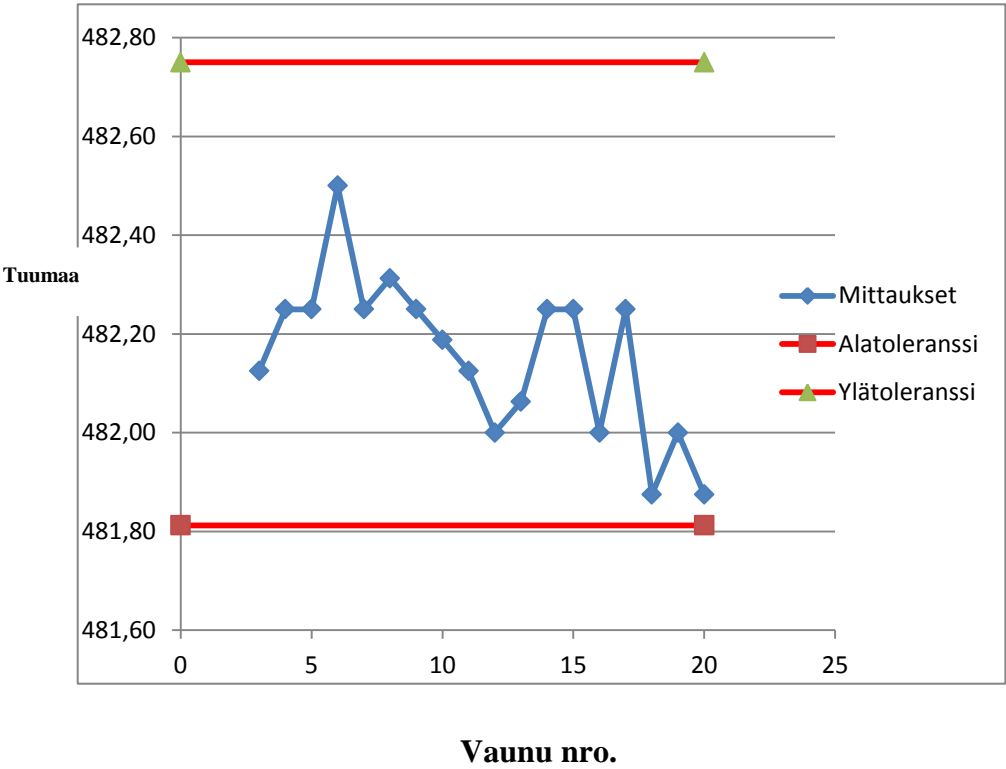


x -kortti

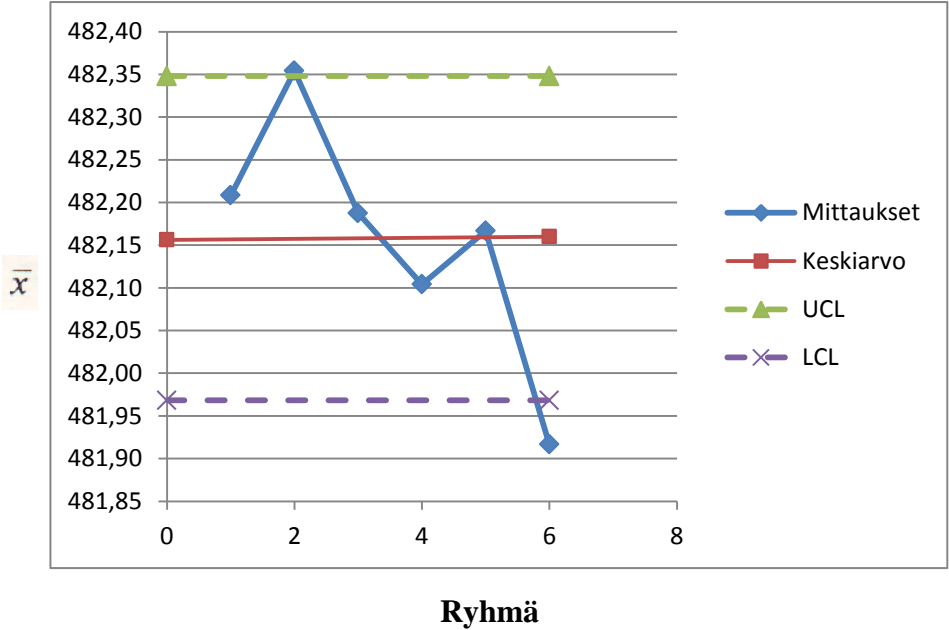


# KUORMATILAN PITUUS

Mittaustulokset suhteessa toleranssiin

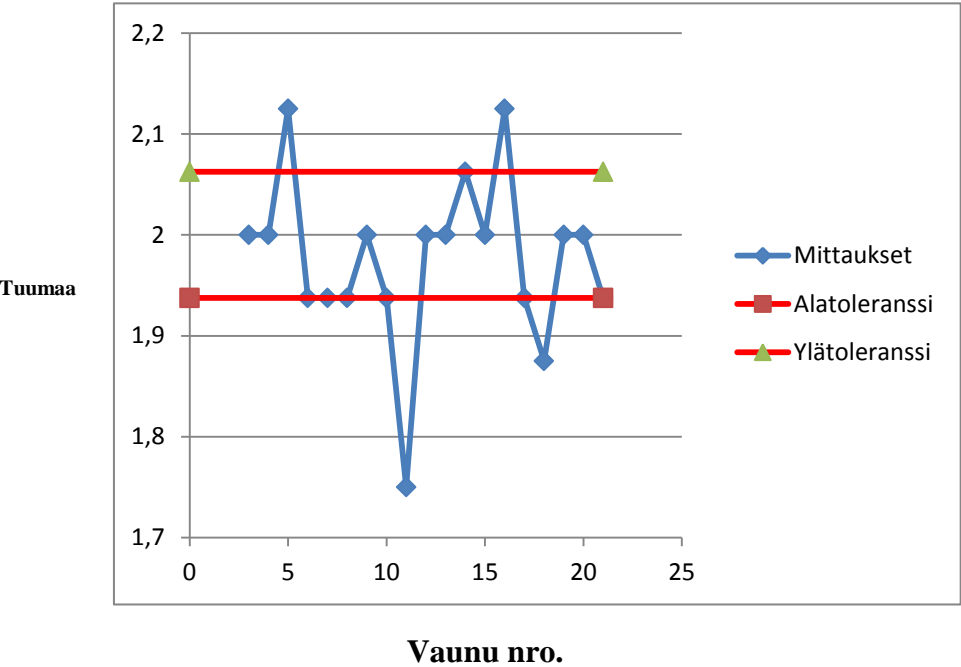


x -kortti

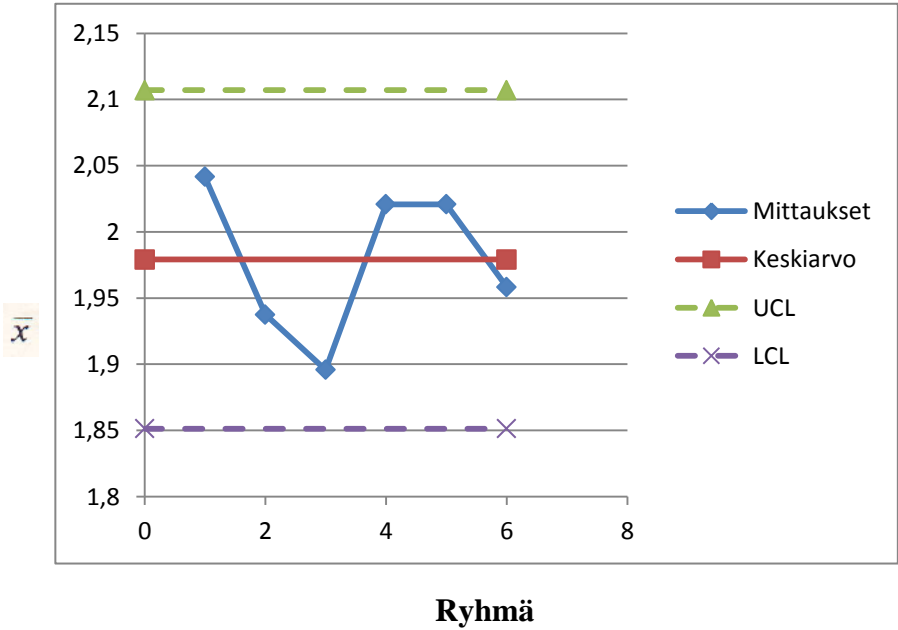


PUSKURI, VASEN

Mittaustulokset suhteessa toleranssiin

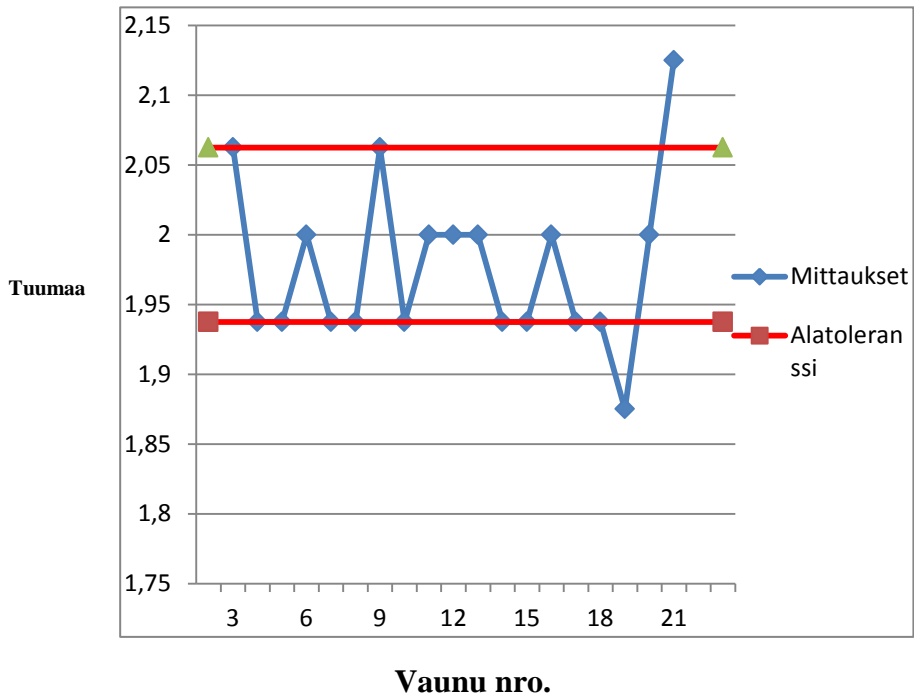


x-kortti

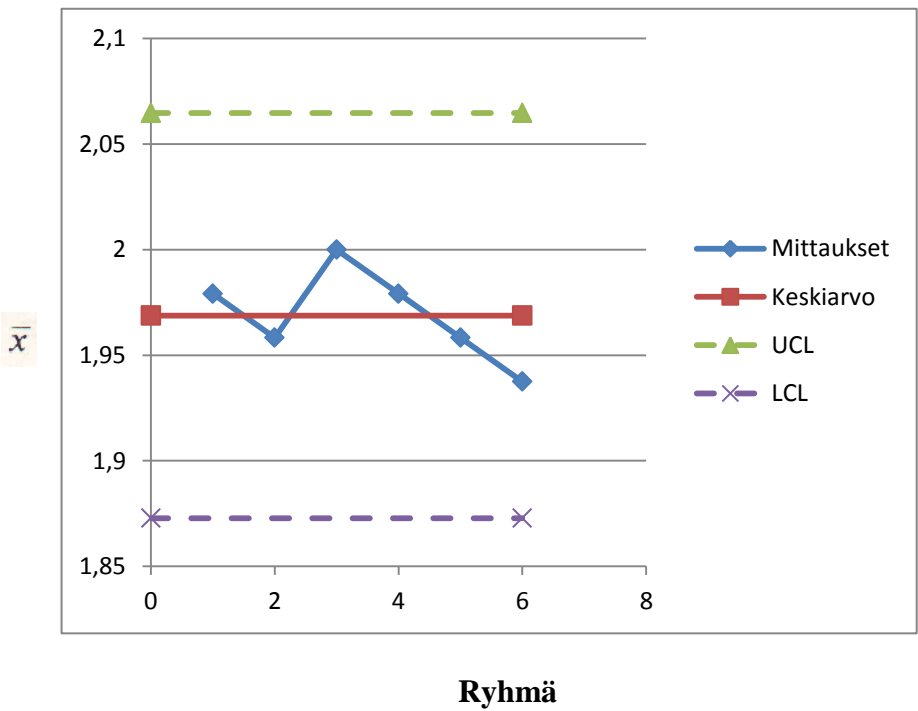


PUSKURI, OIKEA

Mittaustulokset suhteessa toleransseihin

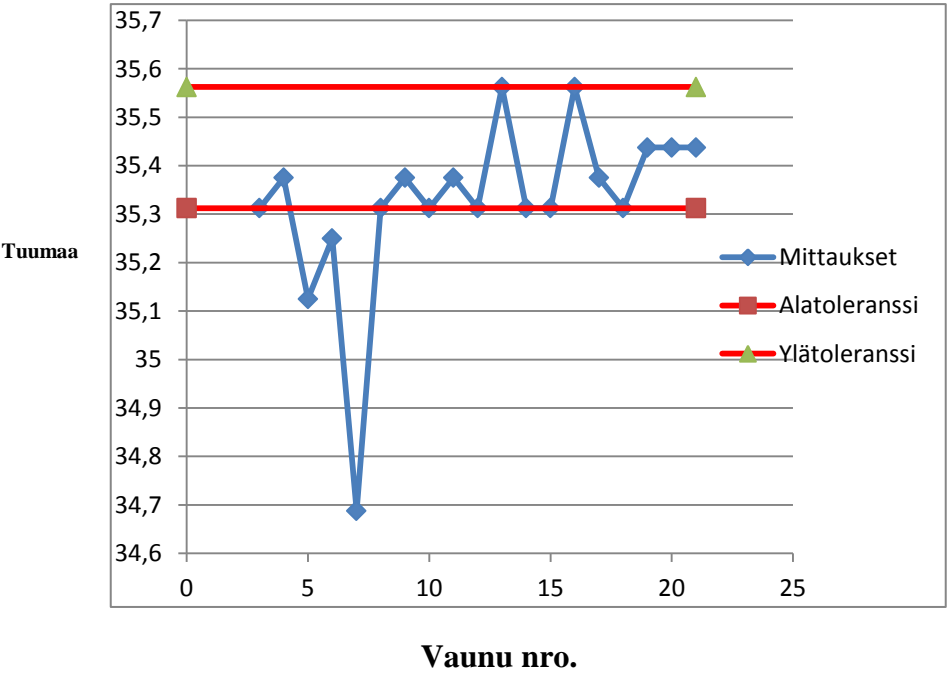


x -kortti

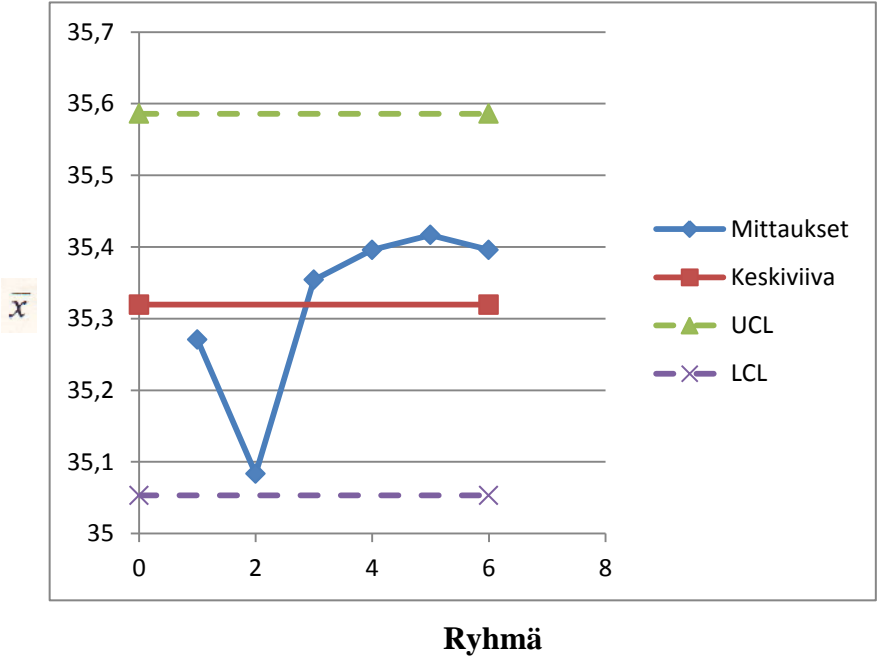


# LASERTELINEEN KORKEUS

Mittaustulokset suhteessa toleransseihin



x -kortti





LIITE G: KÄYTTÖÖNOTON  
TARKASTUSLISTA

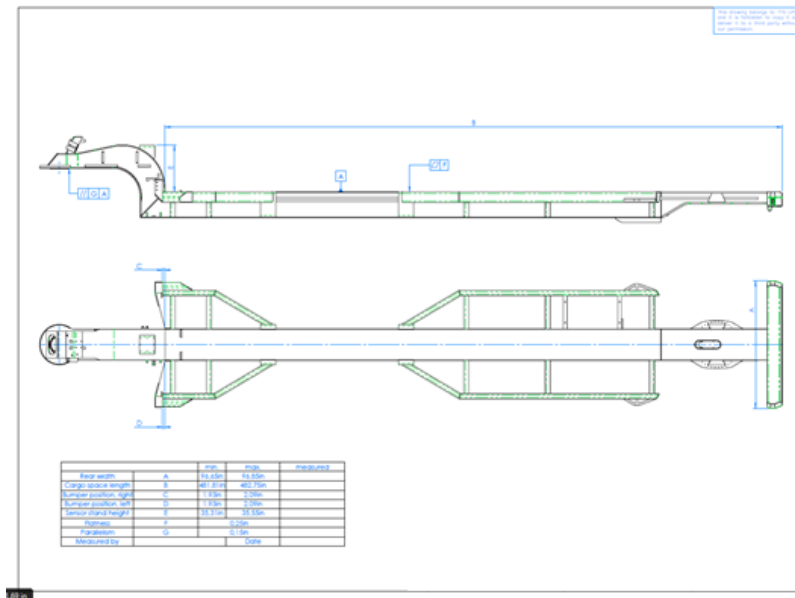
UNIT

TASK	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Replace the identification plate																		x	x	x	x	x	x	x	x
Remove the bogie lock (red angle)																									
Assemble the hose and cable support																									
Check the sufficient measurement																									
Mount the laser tower																									
Hook up the trailer to the tractor																									
Check movements / Joystick																									
Check functions & signal lights																									
Edit steering parameter																						x	x		

Comments:

## LIITE H: RUNGON KRIITTISTEN MITTOJEN MITTAUSPÖYTÄKIRJA

Unit# 340025/25		min.	max.	measured
Rear width	A	96.65in- 5/8"	96.85in- 7/8"	96 7/8"
Cargo space legnth	B	481.81in- 13/16"	482.75in- 3/4"	482 1/16"
Bumper position, right	C	1.93in- 15/16"	2.09in- 1/16"	2"
Bumper position, left	D	1.93in- 15/16"	2.09in- 1/16"	2"
Sensor stand height	E	35.31in- 5/16"	35.55in- 9/16"	35 7/16"
Flatness	F	.25in- 1/4"		1/8"
Parallelism	G	.15in- 1/8"		3/16"
Measured by: Scott Burrows		Date: 5/19/15		



## LIITE I: ULKOISTUSPROSESSIN AIKATAULU

<b>vko</b>	<b>Toimenpide</b>
<b>1</b>	Tilaus asiakkaalta 50 kpl siirtovaunuja, Tekninen spesifikaatio ja toimitusehto lyödään lukkoon.  Aloituspalaveri: myydyn tuotteen läpikäynti ja vastualueiden jako, vaunun suunnittelun aloitus
<b>2</b>	Hankintasuunnitelma: valittu hankinta- ja tuotantostrategia
<b>3</b>	Hankintasuunnitelma: valittu hankinta- ja tuotantostrategia
<b>4</b>	Tuotantosuunnitelma: moduuleiden kokoonpanon ja laivauksen aikataulu. Hankinta jaksotetaan tämän mukaisesti.
<b>5</b>	Moduuleita varten tarvittavien osien hankinta Suomessa
<b>6</b>	Toimittajien tunnistaminen toimitusasiakkaan läheisyydestä, RFI (toimittajakuvauksen pyytäminen)
<b>7</b>	RFQ, tarjouspyynnöt potentiaalisille toimittajille. Potentiaalisille runkotoimittajille lähetään tarjouspyyntö runkojen hitsauksesta ja kokoonpanotoimittajille loppukokoonpanosta.
<b>8</b>	Siirtovaunujen laivattavien komponenttien hankinta
<b>9</b>	Siirtovaunujen laivattavien komponenttien hankinta
<b>10</b>	Tarjousten arviointi, valitaan potentiaaliset toimittajat
<b>11</b>	Toimittajavierailut potentiaalisilla toimittajilla
<b>12</b>	Toimittajavierailut potentiaalisilla toimittajilla
<b>13</b>	Raportit toimittajavierailuista: osaaminen, konekanta, laatu, hinta, sijainti, toimitusvarmuus ja riskien arviointi

<b>14</b>	Toimittajien valinta esimerkiksi hypoteesimallin avulla, hankintasopimusten luonnostelu
<b>15</b>	Kick-off -tapaamiset toimittajilla, hankintasopimusten allekirjoittaminen, valmistusdokumenttien läpikäyminen
<b>16</b>	Koulutussuunnitelma rungon hitsaukseen, toimintaohjeet vaativimmista asioista
<b>17</b>	Toimintaohjeet vaativimmista asioista
<b>18</b>	Rungon hitsauskoulutus toimittajalla
<b>19</b>	Rungon hitsauskoulutus toimittajalla
<b>20</b>	Rungon hitsauskoulutus toimittajalla
<b>21</b>	Rungon hitsauskoulutus toimittajalla
<b>22</b>	Rungon hitsauskoulutus toimittajalla
<b>23</b>	Rungon hitsauskoulutus toimittajalla
<b>24</b>	Koulutussuunnitelma kokoonpanoa varten
<b>25</b>	Loppukokoonpanoprosessin koulutus
<b>26</b>	Loppukokoonpanoprosessin koulutus
<b>27</b>	Loppukokoonpanoprosessin koulutus
<b>28-51</b>	Loppujen vaunujen valmistaminen, noin 2 kpl / viikko, laadunvalvonta & jatkuva parantaminen

## LIITE J: ULKOISTUSPROSESSIN TOIMENPITEET JA VASTUUT

Toimenpide	Osasto							
	Johtoryhmä	Myynti	Hankinta	Suunnittelu	Varasto	Asentajat	Toimittaja	Muu ulkopuolinen taho
Tuotantostrategian / tuotantokonseptin määrittely	x							
Strategiset sijaintipäätökset	x	x	x					
Hankintastrategian muodostaminen	x		x					
Runkotoimittajan valinta			x	x				x
Kokoonpanotoimittajan valinta			x	x		x		
Hankintasopimusten laadinta	x		x					x
Valmistusdokumentaation kehittäminen (QR -koodien käyttöönotto)			x	x				
Hitsauksen layout-valinnat			x				x	x
Kokoonpanon layout-valinnat			x			x	x	
Pakkauspisteen organisointi ja hallinta					x			
Laivaaminen			x		x			x
Paikallisalihankinta			x				x	
Hitsauskoulutuksen järjestäminen			x					x
Kokoonpanokoulutuksen järjestäminen			x			x		
Laadunvalvontadokumenttien laadinta / ylläpito			x	x			x	
Raportointilomakkeen / pikaviestinnän käyttö yrityksen sisäisessä kommunikoinnissa	x	x	x	x	x	x		
Kommunikointi toimittajan kanssa raportointilomakkeen /pikaviestinnän avulla			x	x	x	x	x	
Dokumentointi & jatkuva laadun parantaminen			x				x	